



**TUGAS AKHIR - TK 090324**

**PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABEL DARI  
TEPUNG PORANG (*Amorphophallus Muelleri  
Bleum*) DENGAN METODE SOLUTION CASTING**

DWI AYU PRIMANINGRUM  
NRP. 2311 030 071

DESSY ROSITA SARI  
NRP. 2311 030 087

Dosen Pembimbing  
Dr.Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng  
19630805 198903 2 002  
Saidah Altway, ST, MSc  
19880818 201212 2 001

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014



FINAL PROJECT - TK 090324

***BIODEGRADABLE PLASTIC MADE FROM PORANG  
FLOUR (*Amorphophallus Muelleri* Bleum) BY  
SOLUTION CASTING METHOD***

DWI AYU PRIMANINGRUM  
NRP. 2311 030 071

DESSY ROSITA SARI  
NRP. 2311 030 087

Lecture  
Dr.Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng  
19630805 198903 2 002  
Saidah Altway, ST, MSc  
19880818 201212 2 001

STUDI PROGRAMME DIPLOMA of CHEMICAL ENGINEERING  
Faculty of Industrial Technology  
SEPULUH NOPEMBER OF TECHNOLOGY SURABAYA  
Surabaya 20114

**PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABEL DARI  
TEPUNG PORANG (*AMORPHOPALLUS MUELLERI  
BLUME*) DENGAN METODE SOLUTION CASTING**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
Pada**


**Program Studi DIII Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Disusun oleh:**

**DWI AYU P. (2311 030 071)  
DESSY ROSITA S. (2311 030 087)**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing Tugas Akhir**

  
**Dr.Ir.Niniek Fajar Puspita,M.Eng**  
**NIP. 19630905 198903 2 002**

  
**Saidah Altway, ST, MSc**  
**NIP. 19880818 201212 2 002**

**SURABAYA, JULI 2014**

**LEMBAR PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABEL DARI  
TEPUNG PORANG (*AMORPHOPALLUS MUELLERI  
BLUME*) DENGAN METODE SOLUTION CASTING**

**Disusun oleh:**

**DWI AYU P.**

**(2311 030 071)**

**DESSY ROSITA S.**

**(2311 030 087)**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing**



**Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M. Eng**  
**NIP. 19630405 198903 2 002**



**Saidah Altway, ST, MSc**  
**NIP. 19880818 201212 2 001**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA**

**2014**

## LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Telah diperiksa dan disetujui sesuai hasil ujian tugas akhir pada tanggal, dengan judul

**PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABEL DARI  
TEPUNG PORANG (*AMORPHOPALLUS MUELLERI  
BLUME*) DENGAN METODE SOLUTION CASTING**

Disusun oleh:

**DWI AYU P.  
DESSY ROSITA S.**

**(2311 030 071)  
(2311 030 087)**

Mengetahui / menyetujui

Dosen Penguji

Dosen Penguji



**Ir. Agung Subyakto, MT**  
**NIP. 19580312 198601 1 001**



**Prof. Dr. Ir. Suprpto, DEA**  
**NIP. 19600624 198701 1 001**

Mengetahui,



**Ketua Program Studi  
D3 Teknik Kimia FTI-ITS**  
**Ir. Budi Setiawan, MT**  
**NIP. 19540220 198701 1 001**

**Koordinator Tugas Akhir  
D3 Teknik Kimia FTI-ITS**



**Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng**  
**NIP. 19630805 198903 2 002**



## LEMBAR PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

### PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABEL DARI TEPUNG PORANG (*AMORPHOPALLUS MUELLERI* *BLUME*) DENGAN METODE SOLUTION CASTING

Disusun oleh:

**DWI AYU P.  
DESSY ROSITA S.**

**(2311 030 071)  
(2311 030 087)**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing



**Dr.Ir.Niniek Fajar Puspita,M.Eng**  
NIP. 19630805 198903 2 002



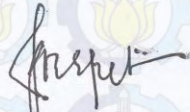
**Saidah Altway, ST, MSc**  
NIP. 19880818 201212 2 001



**Ketua Program Studi  
D3 Teknik Kimia FTI-ITS**

**Ir. Budi Setiawan, MT**  
NIP. 19540220 198701 1 001

**Koordinator Tugas Akhir  
D3 Teknik Kimia FTI-ITS**



**Dr.Ir. Niniek Fajar Puspita,M.Eng**  
NIP. 19630805 198903 2 002

# **PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABEL DARI TEPUNG PORANG (*Amorphophallus Muelleri Bleum*) DENGAN METODE SOLUTION CASTING**

Nama Mahasiswa : Dwi Ayu Primaningrum (2311030071)  
Nama Mahasiswa : Dessy Rosita Sari (2311030087)  
Jurusan : DIII Teknik Kimia FTI-ITS  
Dosen Pembimbing: Dr. Ir Niniek Fajar Puspita, M.Eng  
Saidah Altway, ST, M.Sc

## **Abstrak**

Plastik biodegradabel merupakan plastik yang dapat diurai oleh aktivitas mikroorganisme di alam. Tepung porang yang mengandung glukomanan merupakan bahan utama dalam pembuatan plastik biodegradabel. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan gliserol dan kitosan terhadap kualitas produk.

Plastik biodegradabel dibuat dengan metode solution casting. Pertama-tama asam asetat 0,5% dibuat sebanyak 100mL. Larutan bioplastik dibuat dari kitosan (konsentrasi 0%; 0,5%; 1%; dan 1,5% w/v) yang dilarutkan terlebih dahulu ke dalam 50 mL, ditambahkan 2,5 gram tepung porang, gliserol (konsentrasi 3%, 7%, dan 10% v/v dan ditambahkan air hingga 100ml. Komposisi tersebut kemudian dicampur dan dipanaskan pada suhu 80 °C disertai pengadukan. Larutan tersebut dicetak diatas plat kaca dan dikeringkan selama kurang lebih 2 hari., Setelah kering, bioplastik tersbut dilepas dari plat kaca. Kualitas produk diuji terhadap uji mekanik untuk mengetahui tensile strenght, modulus young, dan elongation. Uji biodegradabel dilakukan untuk mengetahui kemampuan urai produk. Uji swelling dilakukan untuk mengetahui ketahanan air dari produk. Uji FTIR dilakukan untuk mengetahui stuktur molekul dari produk.

Transparansi plastik,biodegradabel terbaik adalah 80% dengan komposisi kitosan 0% dan gliserol 7%. Komposisi kitosan 1,5% dan gliserol 3% memberikan hasil terbaik pada uji mekanik dengan nilai tensile strenght 2142857,1 Pa, nilai modulus young 9523809,5 Pa, dan elongation 22,5%, serta hasil terbaik uji swelling sebesar 41,67%. Pada komposisi kitosan 1% dan gliserol 3% dapat terurai pada waktu 6 hari. FTIR digunakan untuk mengetahui struktur molekul dari semua produk yang merupakan polimer terdiri dari ikatan C-H, O-H, C-O, and CH<sub>2</sub>.

Kata kunci: biodegradabel, gliserol, kitosan, umbi porang

# **BIODEGRADABLE PLASTIC MADE FROM PORANG FLOUR (*Amorphophallus Muelleri* Bleum) BY SOLUTION CASTING METHOD**

Name : Dwi Ayu Primaningrum (2311030071)  
Name : Dessy Rosita Sari (2311030087)  
Study programme : DIII Chemical Engineering FTI-ITS  
Supervisor Lecturer : Dr. Ir Niniek Fajar Puspita, M.Eng  
Saidah Altway, ST, M.Sc

## **Abstract**

*Biodegradable plastics could be decomposed with the microorganisms activities in nature. Porang flour containing glucomannan is one of raw material to made biodegradable plastic. The purpose of this experiment is to determine the effect of glycerol and chitosan toward the product quality.*

*The biodegradable plastic was made by using the solution casting. At first, the 0,5% acetic acid was made in volume 100mL. The solution was made from the composition of chitosan (0%; 0,5%; 1%; and 1,5% w/v) dissolved in 50mL of 0,5% acetic acid, 2,5 grams porang flour, glycerol (3%, 7%, and 10% v/v) and then additional water until 100mL. The composition was mixed and heated at 80 °C while stirring. The solution was casted on the glass plate and then dried it for  $\pm 2$  days. After drying, the plastic was removed from the glass plate. The product quality was tested toward the mechanical test to examine tensile strenght, elongation, and modulus young. The biodegradable test was conducted to examine the biodegradability. The swelling test was conducted to examine water resistance. The FTIR (Fourier Transform Infra Red) was conducted to examine the molecule structure of product.*

*The better transparency of biodegradable plastic of 80%, was made from without chitosan and 7% glycerol. The composition of 1,5% chitosan and 3% glyserol gives the better mechanical test: 2142857,1 Pa of tensile strenght, 9523809,5 Pa of modulus young, and 22,5% of elongation and gives the better swelling test of 41,67%. Biodegradability was found from the product composition of 1% chitosan and 3% glycerol was decomposed by EM4 for 6 days. FTIR was used to examine the quality of product and it indicates that the all produts were composed by the molecule structure of polymer containing of C-H, O-H, C-O, and CH<sub>2</sub>.*

**Keywords:** biodegradable, glycerol, chitosan, porang flour



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga kami dapat melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini. Tugas Akhir ini untuk memperoleh gelar ahli madya. Selama melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini kami telah banyak memperoleh bantuan baik moril maupun materil, untuk itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT karena atas rahmat dan kehendak-Nya kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini
2. Yang tercinta, Bapak dan Ibu, serta keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi secara moril dan materil serta do'a.
3. Bapak Ir. Budi Setiawan, MT., selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Kimia FTI – ITS.
4. Ibu Dr. Ir. Niniek Fajar P, M.Eng, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing kami dalam pembuatan laporan tugas akhir.
5. Ibu Saidah Altway, ST, MSc, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing kami dalam pembuatan laporan tugas akhir.
6. Ibu Dr. Ir. Niniek Fajar P, M.Eng, selaku Koordinator Sie-tugas akhir.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Suprpto, DEA. dan Ir. Agung Subyakto, MT, selaku dosen penguji sidang tugas akhir.
8. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu, petunjuk dan bimbingannya dalam proses perkuliahan.
9. Bapak dan Ibu Staff TU Program Studi D3 Teknik Kimia yang telah membantu dalam proses perkuliahan.
10. Ibu Dra. Aniek Setya Budiatin Apt, Ms., selaku KaLab LDB Universitas Airlangga Surabaya.

11. Rekan-rekan se-Almamater ITS khususnya Program Studi D3 Teknik Kimia angkatan 2011/1012 yang telah memberikan banyak bantuan baik moril dan materil.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran atas kekurangannya untuk kesempurnaan laporan ini.

Kami selaku penyusun memohon maaf kepada semua pihak, apabila masih kurang sempurnanya laporan kami ini. Kami hanya bisa berharap semoga laporan tugas akhir kami ini dapat memberikan manfaat dan berguna bagi kita semua, baik dimasa sekarang maupun untuk dimasa yang akan datang. Atas perhatiannya kami mengucapkan terima kasih.

Surabaya, Juli 2014

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	
ABSTRAK.....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR TABEL .....	iv
DAFTAR GRAFIK .....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang.....	I-1
I.2 Perumusan Masalah.....	I-2
I.3 Batasan Masalah .....	I-2
I.4 Tujuan Inovasi Produk.....	I-3
I.5 Manfaat Inovasi Produk.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Plastik Biodegradabel.....	II-1
II.2 Pati.....	II-4
II.3 Pati Umbi Porang .....	II-6
II.4 Pemlastis (Plasticizer) .....	II-13
II.5 Gliserol sebagai Plasticizer .....	II-13
II.6 Kitosan .....	II-14
II.7 Asam Asetat sebagai Pelarut Kitosan.....	II-15
II.8 Karakterisasi Bioplastik .....	II-15
BAB III METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK	
III.1 Tahap Pelaksanaan.....	III-1
III.2 Bahan yang Digunakan .....	III-1
III.3 Peralatan yang Digunakan .....	III-1
III.4 Variabel yang Dipilih.....	III-2
III.5 Prosedur Percobaan.....	III-2
III.5.1 Tahap Persiapan .....	III-2
III.5.2 Tahap Proses Pembuatan Produk .....	III-3
III.5.3 Prosedur Analisa.....	III-3
III.5.4 Tempat Pelaksanaan.....	III-4
III.6 Diagram Alir .....	III-6

BAB IV	HASIL INOVASI DAN PEMBAHASAN ....	IV-1
BAB V	NERACA MASSA .....	V-1
BAB VI	NERACA PANAS .....	IV-1
BAB VII	ESTIMASI BIAYA .....	IV-1
BAB VIII	KESIMPULAN .....	IV-1
DAFTAR NOTASI .....		vii
DAFTAR PUSTAKA .....		viii
LAMPIRAN		

APPENDIKS A  
APPENDIKS B  
APPENDIKS C



## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Umbi Porang (Utuh).....	II-6
Gambar II.2	Umbi Porang (Dalam) .....	II-6
Gambar II.3	Struktur Molekul Glukomanan.....	II-8
Gambar II.4	Struktur Molekul Selulosa.....	II-12
Gambar II.5	Struktur Molekul Kitin .....	II-13
Gambar II.3	Struktur Molekul Selulosa.....	II-12
Gambar II.4	Spesimen Uji .....	II-15
Gambar IV.1.1	Variabel kontrol .....	IV-1
Gambar IV.1.2	Hasil uji biodegradabel plastik.....	IV-1
Gambar IV.2.1	Grafik nilai transmitansi sampel .....	IV-12

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Klasifikasi Taksonomi tanaman iles-iles (Porang) .....	II-7
Tabel II.2	Komposisi kimia tepung <i>Amorphophallus oncophyllus</i> .....	II-8
Tabel II.3	Jenis Asam Lemah dan Konsentrasi Pelarut Kitosan .....	II-14
Tabel II.5	Komposisi kimia tepung <i>Amorphophallus oncophyllus</i> .....	II-13
Tabel IV.1.1	Hasil Yield Glukomannan .....	IV-2
Tabel IV.1.2	Hasil Uji Ketahanan Air .....	IV-2
Tabel IV.1.3	Hasil Uji Mekanik .....	IV-3
Tabel IV.1.4	Hasil Uji Biodegradasi .....	IV-4

## DAFTAR GRAFIK

Grafik IV.2.1	Pengaruh Prosentase Khitosan dan Gliserol terhadap % Elongation.....	V-7
Grafik IV.2.2	Pengaruh Prosentase Khitosan dan Gliserol terhadap Tensile Strenght .....	V-8
Grafik IV.2.3	Pengaruh Prosentase Khitosan dan Gliserol terhadap Modulus Young.....	V-9
Grafik IV.2.4	Pengaruh Konsentrasi Khitosan dan Gliserol terhadap %swelling.....	V-10

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luas area	m <sup>2</sup>
E	Modulus young	Pa
F	gaya	N
m	massa	gram
Q	kalor	cal
V	volume	mL
T	Temperature	°C
$\Delta H$	Enthalpy	joule
H <sub>v</sub>	<i>Enthalpy vapor</i>	joule/gr
H <sub>l</sub>	<i>Enthalpy liquid</i>	joule/gr
$\lambda$		
$\rho$	densitas	gr/ml
$\Delta L$	pemanjangan	mm
L <sub>0</sub>	Panjang mula-mula	mm
$\sigma$	Tensile Strenght	Pa
$\varepsilon$	Elongation	-



## **BAB I PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang Masalah**

Produksi sampah plastik di Indonesia menduduki peringkat kedua penghasil sampah domestik yaitu sebesar 5,4 juta ton per tahun, dimana 14 persen dari total produksi sampah di Indonesia merupakan sampah plastik (*Anonim, 2014*).

Plastik yang banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari umumnya berupa poliofelin (polietilen, polipropilen) karena mempunyai keunggulan seperti kuat, ringan dan stabil, namun sulit terombak oleh mikroorganisme dalam lingkungan sehingga menyebabkan masalah lingkungan yang sangat serius. Dalam memecahkan masalah sampah plastik dilakukan beberapa pendekatan seperti daur ulang, teknologi pengolahan sampah plastik, dan pengembangan bahan plastik baru yang dapat hancur dan terurai dalam lingkungan yang dikenal dengan sebutan plastik biodegradabel. Plastik biodegradabel dirancang untuk memudahkan proses degradasi terhadap reaksi enzimatik mikroorganisme seperti bakteri dan jamur.

Salah satu material yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah material polimer yang bersumber dari biomassa pertanian (*agro-resources*) yang berbentuk polisakarida. Polisakarida yang ada dalam hasil pertanian terdapat dalam berbagai bentuk, seperti dalam bentuk pati. Sumber pati salah satu berasal dari *Amorphophallus mueleri* Blume atau yang lebih dikenal dengan nama porang. Tanaman porang kini mempunyai prospek yang menjanjikan karena memiliki nilai ekonomi yang bisa dibudidayakan. Selain itu, porang banyak sekali dimanfaatkan misal dalam bidang industri (contohnya industri kertas, industri jas hujan, dll); bidang farmasi (bahan pengisi tablet). Hal ini terutama karena kandungan zat



glukomanan yang ada di dalamnya (Sumber: [www.bisnisukm.com](http://www.bisnisukm.com)).

Zat Glukomanan merupakan heteropolisakrida yang merupakan paduan antara molekul gula (glukosa) dan manan. Glukomanan terdapat pada tanaman umbi-umbian. Salah satu contoh umbi yang mengandung glukomanan adalah umbi porang atau iles-iles kuning (*Amorphophallus muelleri Blum*). Menurut (Sumarwoto, 2005), kadar glukomanan *Amorphophallus muelleri Blum* dapat mencapai 55% (selama tiga periode tumbuh). Dilihat dari persen kadar glukomanan tersebut, dapat diartikan bahwa komposisi kimia dari umbi porang yang paling dominan adalah glukomanan. Dengan diketahuinya kadar glukomanan dalam umbi porang yang cukup tinggi, akan lebih efisien jika pemanfaatan umbi porang untuk pembuatan plastik biodegradabel.

## I.2 Perumusan Masalah

Beberapa perumusan masalah yang akan dicoba diselesaikan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan gliserol (3%, 7%, dan 10% v/v) sebagai *plastisizer* dan pengaruh penambahan kitosan (0%; 0,5%; 1%, dan 1,5% w/v) dalam proses pembuatan plastik biodegradabel dengan metode *solution casting* ?
2. Bagaimana mempelajari karakterisasi produk plastik biodegradabel dari tepung porang dengan metode meliputi: Uji Sifat Mekanik, Uji Ketahanan air, Uji Biodegradabel, dan Uji FTIR?

## I.3 Batasan Masalah

Dalam percobaan ini, batasan masalah yang akan dipakai adalah sebagai berikut :



1. Jenis iles-iles yang dipakai adalah jenis *Amorphophallus Muelleri Blume*.
2. Produk plastik dalam bentuk film.
3. Suhu Proses pembuatan 80°C.
4. Pelarut Khitosan berupa Asam Asetat 0,5%.

#### I.4. Tujuan Inovasi Produk

Tujuan dari percobaan ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh penambahan gliserol (3%, 7%, dan 10% v/v) sebagai *plastisizer* dan pengaruh penambahan kitosan (0%; 0,5%; 1%, dan 1,5% w/v) dalam proses pembuatan plastik biodegradabel dengan metode *solution casting*.
2. Mempelajari karakterisasi plastik biodegradabel dari tepung porang dengan metode *solution casting* meliputi: Uji Sifat Mekanik, Uji Ketahanan air, Uji Biodegradabel, dan Uji FTIR.

#### I.5. Manfaat Inovasi Produk

Manfaat dari inovasi produk biodegradabel plastik dari tepung porang, adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan nilai jual umbi porang dalam dunia industri.
2. Meningkatkan nilai tambah umbi porang dalam dunia industri.
3. Mengurangi penggunaan plastik non *reneweable*.





*BAB I Pendahuluan*

---

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Plastik Biodegradabel**

Plastik merupakan bahan polimer kimia yang berfungsi sebagai kemasan yang selalu digunakan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari. Hampir setiap produk menggunakan plastik sebagai kemasan atau bahan dasar karena sifatnya yang ringan, mudah digunakan dan harganya yang terjangkau oleh seluruh kalangan masyarakat Indonesia. Masalah yang timbul ialah bahan plastik yang tidak dapat terurai dengan mudah karena akan membutuhkan puluhan tahun agar dapat terdegradasi secara sempurna. Apabila plastik dihancurkan dengan cara dibakar akan menghasilkan zat berbahaya yang dapat merusak kesehatan dan lingkungan, (Devi, 2011)

Plastik yang digunakan saat ini merupakan polimer sintetik dari bahan baku minyak bumi yang terbatas jumlahnya dan tidak dapat diperbaharui. Berdasarkan hal tersebut, maka dibutuhkan adanya alternatif bahan plastik yang diperoleh dari bahan yang mudah didapat dan tersedia di alam dalam jumlah besar dan murah tetapi mampu menghasilkan produk dengan kekuatan yang sama. Penggunaan plastik berakibat terciptanya sampah plastik yang merupakan salah satu jenis sampah yang sulit penanganannya sehingga dapat menyebabkan masalah lingkungan. Jenis plastik seperti polipropilen (PP), polietilen (PE), polivinil klorida (PVC), polistiren (PS), dan polietilen tereftalat (PET) merupakan plastik sintetik yang tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan karena mikroorganisme tidak mampu mengubah dan mensintesa enzim yang khusus untuk mendegradasi polimer petrokimia. (Yuli dkk, 2008).

Akibatnya plastik yang tertimbun dalam tanah akan mempengaruhi kualitas air tanah serta dapat memusnahkan



kandungan humus yang menyebabkan tanah menjadi tidak subur. Berbagai usaha telah banyak dilakukan untuk menangani masalah pencemaran yang diakibatkan oleh sampah plastik yaitu pembakaran, daur ulang dan penimbunan. Pembakaran sampah plastik dalam jumlah besar dapat menimbulkan gas yang bersifat korosif dan beracun, seperti HCl, HCN, NH<sub>3</sub>, dan SO<sub>2</sub>. Disamping itu bahan plastik dari kelompok poliolefin bila dibakar tidak akan mengalami degradasi melainkan hanya meleleh dan setelah dingin memadat kembali. Proses daur ulang memerlukan biaya sangat besar dan kurang efektif karena harus memisahkan sampah plastik yang dapat didaur ulang dan yang tidak dapat didaur ulang. Penimbunan sampah plastik sangat mengganggu sirkulasi udara dari dan ke dalam tanah karena bahan plastik umumnya memiliki sifat perintang yang cukup tinggi terhadap permeabilitas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> (Ani Sutiani, 2001). Untuk itulah diperlukan usaha lain dalam mengatasi sampah plastik yaitu dengan membuat plastik yang dapat terurai secara biologis (plastik biodegradable). (Yuli dkk, 2008).

Bioplastik atau yang biasa disebut plastik biodegradabel merupakan plastik yang mudah terdegradasi atau terurai dari sumber daya alam (SDA) yang dapat diperbarui yaitu dari senyawa – senyawa dalam tanaman misalnya pati, selulosa, dan lignin serta pada hewan seperti kasein, protein dan lipid. Penggunaan pati sebagai bahan utama pembuatan plastik memiliki potensi yang besar karena di Indonesia terdapat berbagai tanaman penghasil pati seperti singkong, jagung, beras dan tanaman lainnya. Apalagi harga umbi – umbian seperti singkong relatif rendah sehingga dengan memanfaatkannya sebagai bahan plastik akan memberi nilai tambah ekonomi yang tinggi.

Bioplastik mempunyai keunggulan karena sifatnya yang dapat terurai secara biologis (biodegradable), sehingga tidak menjadi masalah lingkungan Untuk memperoleh bioplastik,



pati ditambahkan dengan plasticizer seperti gliserol, sorbitol, polietilen glikol dan lainnya sehingga diperoleh plastik yang lebih kuat, fleksibel dan licin. (Yuli dkk, 2008).

Plastik biodegradabel berbahan dasar tepung dapat didegradasi oleh bakteri *pseudomonas* dan *bacillus*, dengan memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Senyawa-senyawa hasil degradasi polimer selain menghasilkan karbon dioksida dan air, juga menghasilkan senyawa organik lain yaitu asam organik dan aldehid yang tidak berbahaya bagi lingkungan. ([www.wordpress.com](http://www.wordpress.com))

### II.1.1 Proses Pembuatan Plastik Biodegradabel

Menurut (Sanjaya dkk, 2009) teknik yang dilakukan dalam pembuatan plastik biodegradabel berbahan dasar pati singkong adalah teknik inverse fasa, yaitu dengan penguapan pelarut setelah proses pencetakan yang dilakukan pada plat kaca. Proses pembuatan dilakukan dengan dua cara yaitu melarutkan kitosan terlebih dahulu dalam asam asetat 1% dengan pengadukan selama kurang lebih 30 menit. Setelah kitosan larut, ditambahkan dengan pati yang telah dilarutkan dengan asam asetat pada suhu 60-65°C. Campuran pati dan kitosan kemudian ditambahkan dengan gliserol, kemudian dilakukan pengadukan selama 1 jam. Sebelum dicetak, didiamkan selama 24 jam. Setelah itu, menuangkan larutan diatas plat kaca dan dibiarkan kering selama 2 hari dengan udara bebas, sebelum dioven.

Menurut (Lizda Johar, 2010), metode yang dilakukan dalam pembuatan polimer ramah lingkungan berbahan dasar glukomanan umbi porang adalah metode *solution casting* dengan penguapan pelarut. Pembuatan polimer ini diawali dengan pencampuran bahan baku film dengan variasi konsentrasi *plasticizer* (0mL, 5mL, 10mL, dan 15mL), kemudian dilakukan pengadukan dengan variasi suhu (80, 90,





dan 100°C). Setelah itu, dicetak di pelat kaca. Setelah film terbentuk, dilakukan pengujian.

Menurut (Darni, 2010), metode yang digunakan dalam pembuatan plastic degradabel berbahan dasar pati sorgum adalah metode yang dilakukan oleh Weiping Ban (2006). Pembuatan plastik biodegradabel diawali dengan membuat larutan kitosan dan larutan melalui penambahan aquades sesuai dengan jumlah volume yang sudah dihitung, Larutan pati diletakkan dalam water bath dengan variasi temperature (65, 75, 85, dan 95°C) kemudian diaduk dengan motor pengaduk. Larutan kitosan ditambahkan kedalamnya dan diaduk selama 25 menit, kemudian ditambahkan sorbitol lalu dilakukan pengadukan hingga homogeny. Sebelum dicetak, larutan didinginkan kemudian dioven pada 60°C selama 12 jam. Setelah dioven, kemudian dimasukan ke dalam desikator selama 72 jam.

## II.2 Pati

Pati merupakan suatu senyawa karbohidrat kompleks dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Pati dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Pati yang diproduksi secara komersil biasanya didapatkan dari jagung, gandum, beras, dan tanaman-tanaman umbi seperti kentang, singkong, dan ubi jalar. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Amilosa memberikan sifat keras sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Kadar kedua komponen ini nantinya akan mempengaruhi sifat mekanik dari polimer alami yang terbentuk.





### II.2.1 Penggunaan Pati sebagai Bahan Baku Plastik Biodegradabel

Indonesia kaya akan sumberdaya alam, diantaranya pati-patian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan plastik biodegradabel. Pemanfaatan sumberdaya pati di Indonesia untuk produksi plastik biodegradabel dapat dilakukan melalui 3 cara yaitu :

#### (1) Pencampuran (blending) antara polimer plastik dengan pati

Pencampuran dilakukan dengan menggunakan mixer berkecepatan tinggi yang dilengkapi pemanas untuk melelehkan polimer plastik. Plastik yang digunakan dapat berupa plastik biodegradabel maupun plastik konvensional (polietilen). Sedangkan pati yang digunakan adalah pati yang sudah tergelatinasi. Sifat mekanik dari plastik biodegradabel yang dihasilkan akan baik apabila pati tersebar merata dalam fasa plastik.

#### (2) Modifikasi kimiawi pati

Sifat biodegradabilitas dari produk plastik yang dihasilkan tergantung daripada jenis polimer yang dicangkokkan pada pati. Jika polimer yang dicangkokkan adalah polimer yang bersifat biodegradabel, maka produk yang dihasilkan juga akan bersifat biodegradabel.

#### (3) Penggunaan pati sebagai bahan baku fermentasi menghasilkan polimer biodegradabel

Pati dapat dipakai sebagai bahan baku fermentasi untuk menghasilkan asam laktat (PLA) atau biopolimer lainnya.



---

### II.3 Pati Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan salah satu jenis tanaman umbi-umbian yang dapat tumbuh baik di Indonesia dan pada umumnya tumbuh secara liar, namun saat ini sudah mulai banyak yang membudidayakannya. Keunikan iles-iles dibandingkan dengan jenis umbi-umbian lainnya adalah kandungan glukomannannya atau biasa disebut juga dengan mannan. Kandungan glukomannan pada iles-iles tergantung kepada spesies dan varietasnya. Umbi iles-iles berbentuk bulat dan berakar serabut, memiliki jaringan parenkim yang tersusun atas sel-sel berdinding tipis. Iles-iles mempunyai batang semu yang sebenarnya merupakan tangkai daun yang tumbuh di tengah-tengah umbinya. Pada ujung batang terdapat tiga tangkai daun. Satang semu tersebut berwarna hijau dengan garis-garis putih dengan panjang tangkai daun iles-iles kuning berkisar 0.5-1 .5 meter. Pada percabangan daunnya terdapat bulbil yang berwarna coklat. Bulbil merupakan umbi kecil berbentuk bulat yang berfungsi sebagai bibit (*Edi Mulyono, 2010*).



**Gambar II.1** Umbi Porang (Utuh)



**Gambar II.2** Umbi Porang (Dalam)



*Amorphophallus Muelleri* Blume adalah salah satu jenis umbi-umbian dari marga *Amorphophallus* termasuk ke dalam suku talas-talasan (*Araceae*). Umbi iles-iles kuning tidak dapat digunakan untuk konsumsi langsung karena sangat gatal, sehingga umbi ini lebih sering dijadikan gapek kemudian dibuat tepung manan. Manfaat tepung manan sangat banyak antara lain sebagai bahan pengental dalam industri pangan, sebagai bahan baku dalam industri pengental, sebagai bahan pengikat dalam pembuatan tablet, sebagai media pertumbuhan mikroba pengganti agar dan sebagai dietary.

**Tabel II.1** Klasifikasi Taksonomi tanaman iles-iles (Porang) menurut (Ayu 2011) sebagai berikut:

Kingdom	Plantae
Divisio	Spermatophyta
Sub division	Angiospermae
Klas	Monocotyledonae
Ordo	Araceales
Family	Aracea
Sub famili	Aroideae
Genus	<i>Amorphophallus</i>
Spesies	<i>Amorphophallus onchopyllus</i>

### II.3.1 Kandungan Umbi Porang

Umbi porang mengandung polisakarida yang mampu menyerap air dengan kelebihan-kelebihan tertentu (serat pangan, kemampuan gelatinisasi, pembersih saluran pencernaan, penurun kolesterol dan gula darah) yang disebut Porang mannan atau lebih tepatnya : Glukomannan yang telah diseparasi menjadi glukosa dan manosa melalui hidrolisis. Salah satu komponen penyusun umbi iles-iles ( *Amorphophallus muelleri* Bleum ) yang mempunyai fungsi dan peran penting adalah bagian karbohidrat yang terdiri dari





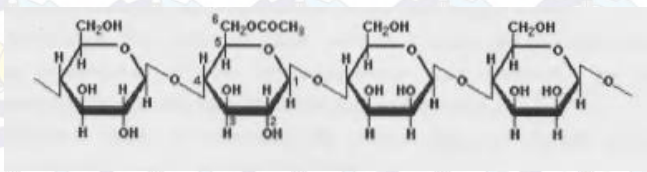
pati, glukomannan, serat kasar dan gula bebas. Tepung porang kasar yang dikeringkan mengandung 49-60% glukomannan sebagai polisakarida utama, 10-30% pati, 2-5% serat, 5-14% protein kasar, 3-5% gula reduksi dan 3.4-5.3% abu dan vitamin juga lemak yang rendah (Edi Mulyono, 2010).

**Tabel II.2** Kandungan kimia tepung  
*Amorphophallus muelleri* Blume

Analisis	Kandungan per 100 gr contoh (bobot basah)	
	Umbi segar (%)	Tepung (%)
Air	83,30	6,70
Glukomannan	3,58	64,98
Pati	7,65	10,24
Protein	0,92	3,42
Lemak	0,02	0
Serat kasar	2,50	5,9
Kalsium oksalat	0,19	0
Abu	1,22	7,88
Logam berat Cu	0,09	0,13

Sumber : Anonim, 2010

### II.3.2 Glukomannan



**Gambar II.3** Struktur Molekul Glukomannan





Glukomannan merupakan heteropolisakarida yang tersusun oleh satuan D-mannosa dan 0-glukosa dengan perbandingan 1.6:1. Glukomannan mempunyai bentuk ikatan 13-1-4-glikosida dan mempunyai gugus asetil setiap 17 gugus karbon pada posisi C-6. Gugus asetil tersebut mempengaruhi kelarutan glukomannan dalam air, selain itu glukomannan merupakan makanan aditif yang digunakan sebagai pengemulsi dan pengental (*Edi Mulyono, 2010*).

Glukomannan terdiri dari 40% berat kering dari akar, atau umbi tanaman konjak. Glukomannan ini juga sebuah hemiselulosa yang terdapat dalam jumlah besar di kayu dari konifer dan dalam jumlah yang lebih kecil di kayu dari dicotyledons. Di Indonesia sebenarnya juga banyak dihasilkan glukomannan yang berasal dari iles-iles kuning (*A. muelleri* Blume sin. *A. onchophyllus*) (*Sumarwoto, 2006*).

Glukomannan yang terdapat dalam umbi iles-iles berbentuk polisakarida yang tersusun dari satuan monosakarida mannosa dan glukosa dengan perbandingan molar 3: 2, memiliki rantai linier  $\beta$  (1-4) satuan gula pembentuknya, dan ukuran berat molekulnya lebih besar dari 300 kD. Dalam air pada suhu ruang glukomannan akan memberikan kekentalan yang tinggi (*Sumarwoto, 2006*).

Salah satu karakter istimewa dari glukomannan adalah polimer tersebut memiliki sifat-sifat antara selulosa dan galaktomannan, sehingga zat tersebut mampu mengalami proses pengkristalan serta dapat pula membentuk struktur serat-serat halus. Glukomannan larut dalam air dingin dan membentuk massa yang bersifat kental. Larutan kental glukomannan dengan penambahan air kapur dapat membentuk gel yang bersifat tidak mudah pecah. Perlakuan pemanasan sampai terbentuk gel akan mengakibatkan glukomannan tidak larut kembali di air. Namun glukomannan tidak larut dalam larutan NaOH 20%. Berdasarkan hasil analisis termografik,



suhu dekomposisi glukomannan adalah  $280^{\circ}\text{C}$  (Edi Mulyono, 2010).

Glukomannan dalam air mempunyai kemampuan mengembang yang besar yaitu sekitar 138 sampai 200 persen. Larutan glukomannan di dalam air juga mempunyai sifat merekat, namun sifat rekat tersebut akan hilang apabila ditambahkan asam asetat atau asam pada umumnya. Larutan glukomannan dapat diendapkan dengan cara rekristalisasi oleh etanol dan kristal yang terbentuk dapat dilarutkan kembali dengan menggunakan asam klorida encer. Glukomannan juga mempunyai sifat mencair seperti agar, sehingga dapat digunakan dalam media pertumbuhan mikroba pengganti agar. Beberapa sifat glukomannan atau zat mannan yang penting adalah sebagai berikut:

1. Sifat Larut dalam Air :

Larut dalam air dan tidak larut dalam NaOH 20 %. Glukomannan dalam air dapat membentuk larutan yang sangat kental.

2. Sifat Membentuk Gel :

Didalam air dapat membentuk larutan yang sangat kental maka dengan penambahan air kapur zat glukomannan dapat membentuk gel. Gel yang terbentuk mempunyai sifat yang khas dan tidak mudah rusak.

3. Sifat Merekat :

Didalam air mempunyai sifat merekat yang kuat. Dengan penambahan asam asetat sifat merekat tersebut akan hilang.

4. Sifat Mengembang:

Didalam air mempunyai sifat mengembang yang besar. Daya mengembangnya 138 sampai 200%.

5. Sifat Tembus Pandang :

Larutan glukomannan dapat membentuk lapisan tipis (film) yang mempunyai sifat tembus pandang. Film yang terbentuk dapat larut dalam air, asam lambung dan cairan



usus. Jika filem dari tepung mannan dibuat dengan penambahan NaOH atau gliserin maka akan menghasilkan film yang kedap air.

6. Sifat Mencair :

Mempunyai sifat mencair seperti agar sehingga dapat digunakan dalam media pertumbuhan mikroba. Sifat mencair ini dapat digunakan sebagai kriteria untuk klasifikasi Actinomycetes yang pertumbuhannya diperlambat dan diikuti dengan metabolisme yang lambat dibandingkan dengan bakteri dan fungi lain (Edi Mulyono, 2010).

### II.3.2 Manfaat Glukomanan

Kegunaan dan manfaat glukomannan banyak diarahkan pada sasaran-sasaran industri yang secara umum dapat dikelompokkan dalam sifat lekat, kekedapan pasta kering dan struktur kimia (Sumarwoto, 2006).

Daya guna sifat merekat: (a) di bidang industri kertas, digunakan untuk bahan perekat kertas yang kuat dan luwes; (b) lem dari tepung, dengan jalan melarutkan di dalam air, ini lebih menguntungkan daripada perekat biasa karena tidak kehilangan daya rekatnya pada kasus terjadinya pembekuan; (c) untuk peralatan-peralatan biologis, dapat menggantikan fungsi agar-agar atau gelatin; (d) dipakai juga dalam bidang farmasi yaitu untuk bahan pengisi tablet hendaknya (penghancur tablet dan berfungsi sebagai pengikat); (e) di bidang industri jas hujan, industri cat dan industri tekstil; (f) di industri pertambangan digunakan sebagai pengikat mineral yang tersuspensi secara koloidal pada hasil awal penambangan; dan (g) sebagai penjernih air minum yang berasal dari sungai dengan cara mengendapkan lumpur yang tersuspensi di dalam air. Daya guna kekedapan pasta kering, yang mempunyai sifat resistensi terhadap air. Bilamana dikeringkan akan membentuk suatu lapisan yang impermeabel.





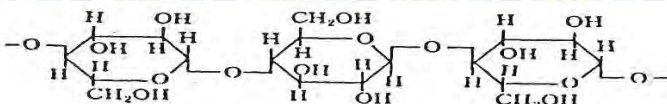
Daya guna berdasarkan pada struktur kimia dari glukomannan yang mirip dengan selulosa sehingga dapat dipakai sebagai pembuatan seluloid, bahan makanan, bahan peledak, isolasi listrik, film, bahan toilet dan kosmetika. Di samping manfaat untuk industri di atas, zat glukomannan yang merupakan heteropolisakarida dari perpaduan antara molekul gula (glukosa) dan manan. Dibandingkan dengan pati dan komponen lainnya, pada umbi porang kandungan mannan yang lebih banyak sebesar 55%, sehingga akan lebih efisien jika pemanfaatan umbi porang untuk pembuatan plastik *biodegradable* dengan memanfaatkan kandungan glukomanannya.

Polisakarida merupakan karbohidrat bentuk polimer dari satuan monosakarida yang sangat panjang. Polisakarida berfungsi sebagai bahan bangunan, bahan makanan, dan sebagai zat spesifik. Contoh polisakarida adalah selulosa, pati (amilum), asam hialuronik, glikogen dan lain sebagainya

Klasifikasi polisakarida berdasarkan jenis monosakarida pembentuknya :

- a. Homopolisakarida yaitu golongan polisakarida yang apabila dihidrolisa hanya menghasilkan satu macam monosakarida saja. Macam homopolisakarida antara lain amilum, glikogen, selulosa dan inulin. Contoh struktur homopolisakarida :

#### Selulosa



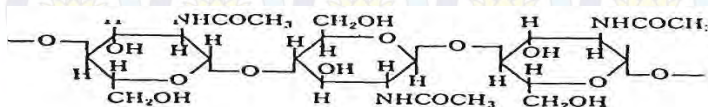
**Gambar II.4** Struktur Molekul Selulosa





- b. Heteropolisakarida yaitu golongan polisakarida yang apabila dihidrolisa menghasilkan lebih dari satu macam jenis monosakarida atau turunannya. Beberapa jenis heteropolisakarida antara lain kitin dan mukopolisakarida. Contoh struktur heteropolisakarida :

Kitin



**Gambar II.5** Struktur Molekul Kitin

(Iswari,2006)

## II.4 Pemlastis (*Plasticizer*)

Pembuatan film pati memerlukan campuran bahan aditif untuk mendapatkan sifat mekanis yang lunak, ulet, dan kuat. Untuk itu perlu ditambahkan suatu zat cair/padat agar meningkatkan sifat plastisitasnya. Proses ini dikenal dengan plastisasi, sedang zat yang ditambahkan disebut dengan pemlastis. Disamping itu pemlastis dapat pula meningkatkan elastisitas bahan, membuat lebih tahan beku dan menurunkan suhu alir, sehingga pemlastis kadang-kadang disebut juga dengan antibeku. Jelaslah bahwa plastisasi akan mempengaruhi semua sifat fisik dan mekanisme film seperti kekuatan tarik, elastisitas kekerasan,dll. (Ryan,2011)

## II.5 Gliserol Sebagai Plasticizer

### II.2.3.1 Gliserol Sebagai Plasticizer

Dalam pembuatan bioplastik, gliserol mempunyai peranan yang cukup penting. Gliserol merupakan salah satu pemlastis yang sering digunakan. Hal ini karena gliserol merupakan bahan yang murah, sumbernya mudah diperoleh, dapat diperbaharui, dan juga ramah dengan lingkungan karena mudah didegradasi oleh alam. Gliserol umumnya digunakan



sebagai material plastisasi dalam proses pembuatan plastik yang bersifat degradabel. Material plastisasi memacu proses pencetakan, dan meningkatkan fleksibilitas produk dengan pencampuran sempurna untuk memperoleh distribusi homogen. (Ryan, 2011)

Gliserol ialah suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas 3 atom karbon. Jadi tiap atom karbon mempunyai gugus -OH. Satu molekul gliserol dapat mengikat satu, dua, tiga molekul asam lemak dalam bentuk ester, yang disebut monogliserida, digliserida dan trigliserida.

Adapun rumus molekul gliserin dapat ditunjukkan pada Gambar II.3 :

CH<sub>2</sub>OH

|

CHOH

|

CH<sub>2</sub>OH

**Gambar II.6** Rumus Molekul Gliserin

Sifat fisik dari gliserol:

- Merupakan cairan tidak berwarna
- Tidak berbaku
- Cairan kental dengan rasa yang manis
- Densitas 1,261
- Titik lebur 18,2°C
- Titik Didih 290 °C

**Tabel II.3** Serapan Karakteristik untuk Gliserol menurut (Yusuf, 2007)

Gugus Fungsi	Panjang Gelombang (cm <sup>-1</sup> )
OH	3355,9
C-H	2939,3
CH <sub>2</sub>	1419,5
C-O	1212-995



---

## II.6 Kitosan

Kitosan adalah turunan dari kitin yang merupakan penyusun kulit hewan-hewan krustasea, seperti udang, kerang dan juga beberapa eksoskeleton dari serangga serta dinding sel dari beberapa jenis fungi. Secara kimiawi, kitosan merupakan polisakarida linear dimana strukturnya mirip dengan glikosaminoglikan. Sedangkan secara biologis, kitosan memiliki biodegradabilitas yang baik, kemampuan untuk membuat lapisan film (lapisan pelindung) dan dapat diabsorpsi dengan baik oleh tubuh. Kitosan dapat larut dalam mineral yang diencerkan dalam air atau asam organik yang mengandung grup amino bebas dengan pH di bawah 6. Asam organik ini dapat berupa asam asetat atau asam format yang telah banyak digunakan secara luas untuk penelitian dan aplikasi kitosan. (Ryan, 2011) Beberapa jenis asam organik yang dapat melarutkan kitosan dapat dilihat pada tabel II.5





**Tabel II.4** jenis asam lemah dan konsentrasinya yang dapat melarutkan kitosan

Asam	Konsentrasi kitosan yang dilarutkan				
	1%	5%	10%	50%	>50%
Acetic	+	+	+		
Adipic	+				
Citric	-	+	+		
Formic	+	+	+	+	+
Lactic	+	+	+		
Malic	+	+	+		
Malonic	+	+	+		
Oxalic	+		+		
Propionic	+	+	+	+	
Succinic	+	+	+		
Tartric	-		+		

**Tabel II.5** Serapan FTIR karakteristik untuk kitosan

Jenis Vibrasi	Panjang Gelombang (cm <sup>-1</sup> )
OH stretching	3450, 3340
NH(-NH <sub>2</sub> ) stretching	3400
CH(-CH <sub>2</sub> -) stretching asym	2926
CH(-CH <sub>2</sub> -) stretching sym	2864
C=O (-NHCOCH <sub>3</sub> -) stretching	1650 (lemah)
NH (R-NH <sub>2</sub> ) bending	1596
CN stretching	1200-1020
CH (-CH <sub>2</sub> -) bending asym	1418
CH (-CH <sub>2</sub> -) bending sym	1377
C-O (-C-O-C-) stretching asym	1082
C-O (-C-O-C-) stretching sym	1033

(Wiyarsi, 2013)





---

## II.7 Asam Asetat Sebagai Pelarut Khitosan

Asam asetat merupakan cairan jernih yang tidak berwarna, berbau khas dan tajam, memiliki titik didih  $118^{\circ}\text{C}$  dan titik beku  $16,7^{\circ}\text{C}$ . Asam asetat adalah asam organik yang dihasilkan dari proses fermentasi biji-bijian dan destilasi destruksi kayu. Asam asetat memiliki rumus empiris  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  dan rumus struktur  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan nama kimia asam etanoat. Asam asetat dapat larut dalam air, alkohol, gliserol dan tidak larut dalam zat yang mempunyai karbon siklik.

Asam asetat glacial sering digunakan sebagai pelarut karena khitosan dipengaruhi oleh jenis pelarut (asam organik yang digunakan). Asam asetat dengan struktur kimia  $\text{CH}_3\text{COOH}$  memiliki kemampuan untuk melarutkan lebih besar dibandingkan dengan asam organik lain, sebab asam asetat memiliki rantai karbon yang pendek dan jumlah gugus asetilnya hanya satu. (Bayu, 2008)

## II.8 Karakterisasi Bioplastik

### a. Sifat Mekanik

Sifat mekanik dari bahan polimer dapat diketahui dengan mengaplikasikan gaya pada sampel tersebut. Pengaplikasian gaya dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan mengaplikasikan gaya searah atau gaya bolak-balik pada sampel. Gaya searah biasa diaplikasikan pada sampel untuk mengetahui kekuatan tekan. Untuk melakukan pengujian ini, sampel dibuat menjadi bentuk dumbbell berdasarkan ketebalannya. Bentuk dumbbell dapat dilihat pada Gambar II.6. Sifat mekanik tersebut meliputi kuat putus (strength at break) dan perpanjangan saat putus.

#### 1) Kuat Putus (strength at break)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan suatu bahan terhadap pembebanan pada titik lentur dan juga untuk mengetahui keelastisan suatu bahan.

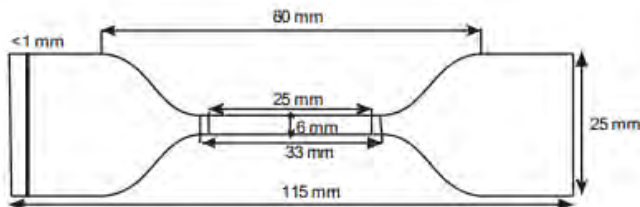


## 2) Perpanjangan Saat Putus (elongation at break)

Perpanjangan didefinisikan sebagai persentase perubahan panjang film pada saat film ditarik sampai putus. Kekuatan regang putus merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum film putus atau robek. Pengukuran kekuatan regang putus berguna untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai arikan maksimum pada setiap satuan luas film untuk merenggang atau memanjang. Perbandingan antara kuat putus dan perpanjangan saat putus dikenal dengan modulus elastisitas.

## 3) Modulus elastitas

Modulus Young. Moduluds Young memiliki satuan sama seperti kuat putus karena unuit regangan merupakan bilangan tanpa dimensi (*Anonim, 2008*).



**Gambar II.7** Spesimen Uji Kekuatan Tarik (ASTM D638-02a)



*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## **BAB III**

### **METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK**

#### **III.1 Tahap Pelaksanaan**

Tahap Pelaksanaan yaitu :

Tahap 1 : Tahap Persiapan

Tahap 2 : Proses Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Tepung Porang dengan Metode *Solution Casting*.

Tahap 3 : Tahap Pengujian Kualitas Produk.

#### **III.2. Bahan yang Digunakan**

##### **III.2.1 Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradabel**

1. Tepung Porang

##### **III.2.1.1 Bahan Kimia untuk Proses Pembuatan Plastik Biodegradabel**

1. Kitosan
2. Gliserol
3. Asam asetat 0,5%

#### **III.3. Peralatan yang Digunakan**

##### **III.3.1 Proses Pembuatan Plastik Biodegradabel dengan Metode *Solution Casting***

1. Gelas ukur 100 mL
2. Timbangan elektrik
3. Oven
4. Spatula
5. *Beaker glass* 1000 mL
6. Termometer
7. Kertas saring
8. *Stirer*
9. Pemanas elektrik
10. Corong
11. Kaca arloji
12. Labu ukur 100 mL



---

13. Pipet tetes

14. Plat kaca

#### III.4. Variabel yang Dipilih

Variabel yang dipilih pada proses pembuatan plastik biodegradabel dari tepung porang ini adalah suhu pemanasan 80°C disertai pengadukan; variasi gliserol (3%, 7% dan 10%) (v/v); dan variasi kitosan (0%; 0,5%; 1% dan 1,5%) (%w/v).

#### III. 5. Prosedur Pembuatan

Produksi plastik biodegradabel dengan bahan baku tepung porang dimulai tahap persiapan, tahap pembuatan plastik biodegradabel dari tepung porang dengan metode *solution casting*, dan tahap pengujian kualitas produk.

##### III.5.1 Tahap Persiapan

##### III. 5. 1. 1. Mengukur Kadar Glukomanan Tepung Porang

Melarutkan aluminium sulfat ke dalam air suling sebanyak 0.6 g/200 ml. kemudian tepung porang ditambahkan ke dalam larutan aluminium sebanyak 6.0 g/200 ml. Memanaskan disertai pengadukan campuran tersebut selama 15 menit menggunakan stirer dengan suhu yang bervariasi yaitu 35°C, 45°C, 55°C, 65°C, dan 75°C. Campuran yang telah dipanaskan kemudian didinginkan. Setelah dingin campuran dipisahkan sehingga didapatkan slurry dan supernatant. Menambahkan 96% larutan etanol ke dalam supernatant dengan perbandingan 1:1 massa ke supernatant untuk mengendapkan Glukomanan. Endapan kemudian disaring menggunakan kertas saring sehingga didapatkan tepung glukomanan basah. Tepung glukomanan tersebut dikeringkan dengan menggunakan oven pada 60°C selama 12 jam. Tepung yang sudah kering kemudian ditimbang untuk mengetahui berat kering dari tepung porang.



(Orawan Tatirat, Sanguansri Charoenrein, 2011)

$$\text{kadar glukomanan} = \frac{\text{berat glukomanan kering}}{\text{berat tepung porang}} \times 100\%$$

### III.5. 2 Tahap Proses Pembuatan Produk

#### III. 5. 2. 1 Prosedur Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Tepung Porang dengan Metode *Solution Casting*

1. Membuat larutan asam asetat 0,5% volume sebanyak 100 mL.
2. Melarutkan kitosan (variasi 0%; 0,5%; 1%; dan 1,5% berat/volume) ke dalam larutan asam asetat 0,5% sebanyak 50mL.
3. Setelah kitosan larut, 2,5 gram tepung porang ditambahkan ke dalam larutan kitosan tersebut no.2, kemudian ditambahkan gliserol (konsentrasi 3%, 7%, dan 10% volume/volume) dan ditambahkan air hingga 100mL, lalu melanjutkan ke tahap no.5, dst.
4. Untuk adonan plastik tanpa kitosan (variasi 0 gram), gliserol (konsentrasi 3%, 7%, dan 10% volume/volume) ditambahkan ke dalam 2,5 gram tepung porang lalu ditambahkan air hingga 100mL, kemudian dilanjutkan ke tahap no.5, dst.
5. Bahan tersebut kemudian diaduk dan dipanaskan hingga suhu 80°C.
6. Larutan bioplastik dicetak diatas plat kaca yang kedua sisinya diberi selotip.
7. Setelah itu, larutan bioplastik dibiarkan kering selama  $\pm$  2 hari dengan udara bebas.
8. Melepas plastik dari plat kaca lalu dilakukan pengujian kualitas produk.





### III.5.3 Prosedur Analisa

#### III.5.3.1 Uji Mekanis (ASTM D638-02a)

Pengujian sifat mekanik meliputi:

1. Kekuatan tarik (*tensile strenght*)
2. Perpanjangan (*elongation*)
3. Elastisitas (*modulus young*)

#### III.5.3.2 Uji Penggembungan (ASTM D570-98)

1. Menimbang berat sampel yang akan diuji dan mencatat massa awalnya ( $W_0$ ).
2. Merendam sampel yang telah ditimbang pada suatu wadah berisi aquades selama 2 menit.
3. Mengangkat sampel dari dalam wadah yang berisi aquades lalu ditiriskan dengan tissue.
4. Menimbang berat sampel yang telah ditiriskan, kemudian mencatat massa akhirnya ( $W_1$ ).
5. Air yang diserap oleh sampel dihitung melalui persamaan:

$$\% \text{Penggembungan} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Dimana:

$W_0$  = Berat sampel kering

$W_1$  = Berat sampel setelah dikondisikan dalam desikator

(Pradipta dan Mawarani, 2012).

#### III.5.3.3 Uji Biodegradasi

1. Memotong sampel masing-masing 2x2cm.
2. Menuangkan bakteri EM<sub>4</sub> 20mL ke dalam wadah yang sudah disediakan (cup).
3. Meletakkan sampel ke dalam wadah yang berisi EM<sub>4</sub>.



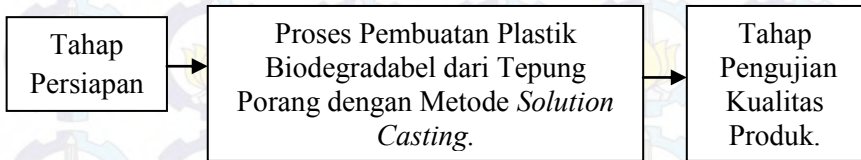
4. Mengamati dan mencatat waktu perubahan secara visual ketika sampel mulai terurai (terdegradasi) (*Pradipta dan Mawarani, 2012*).

#### III.5.4 Tempat Pelaksanaan

Percobaan Tugas Akhir dengan judul "Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Tepung Porang dengan Metode *Solution Casting*", kami laksanakan di laboratorium kampus D3 Teknik Kimia FTI-ITS. Uji Mekanis produk dilaksanakan di Laboratorium Farmasi Universitas Airlangga dan Uji FTIR dilaksanakan di Laboratorium Material dan Metalurgi FTI-ITS.



### III.5. Diagram Alir Pelaksanaan Inovasi



#### III. 5.1 Diagram Alir Proses Pembuatan

##### III. 5. 1.1 Tahap Persiapan (Mengukur Kadar Glukomanan Tepung Porang)



Aluminium Sulfat 0,6 gram



Tepung Porang  
6gram



Aquades 200 mL



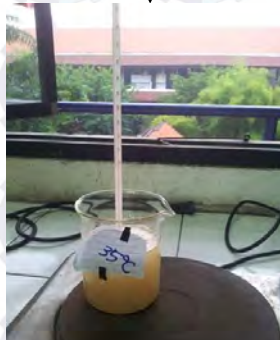
Pencampuran

A





A



Pemanasan dan Pengadukan



35°C

45°C

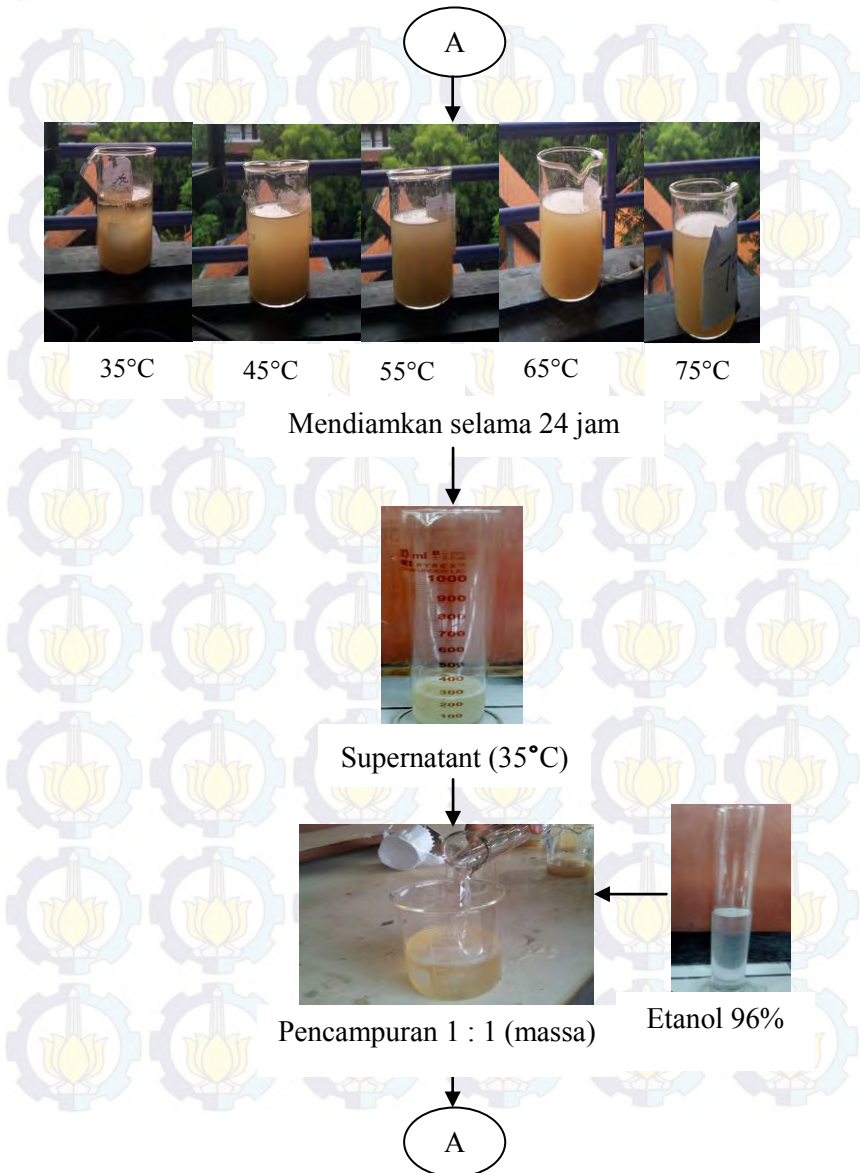
55°C

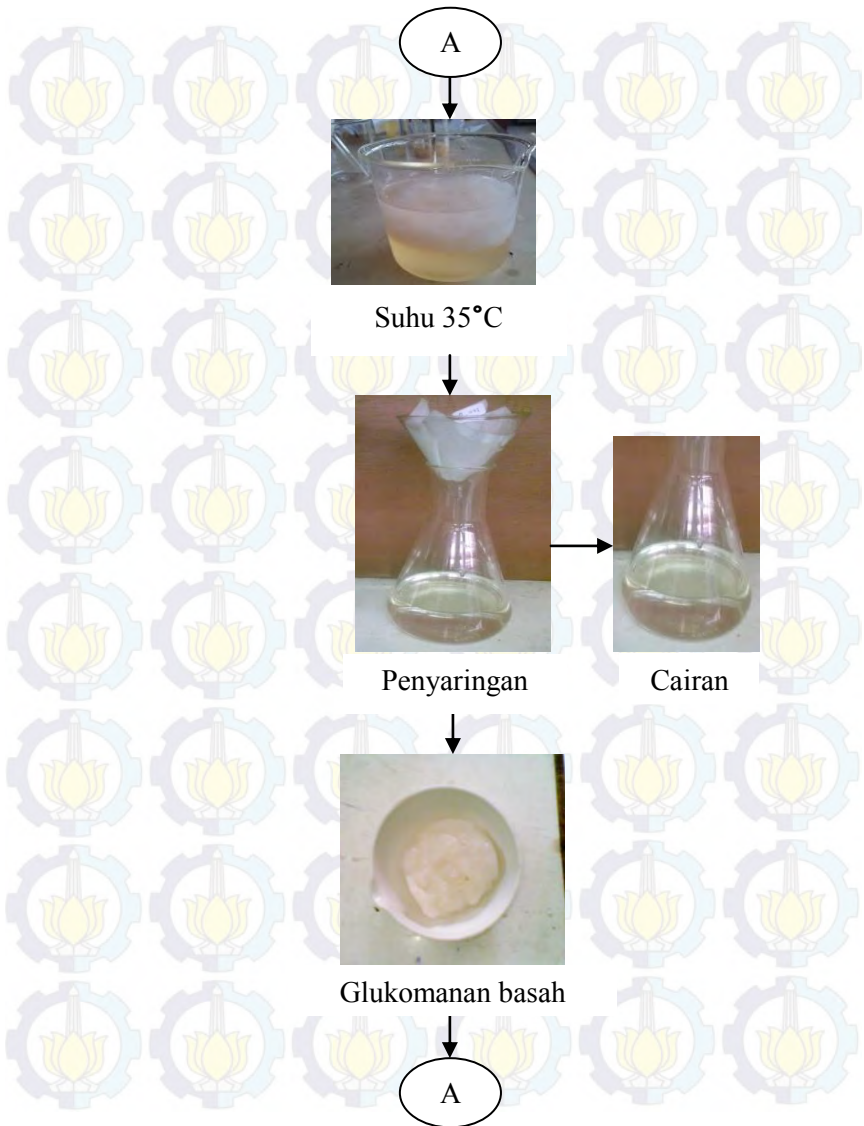
65°C

75°C

Setelah pemanasan sesuai variabel masing-masing

A









Glukomanan kering



### III. 5. 1. 2. Proses Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Tepung Porang dengan Metode *Solution Casting*.



Tepung Porang 2,5 gram



Kitosan



Gliserol



Aquades



Pencampuran dan pengadukan



A



A



Pencetakan dengan metode  
*Solution Casting*

A





Plastik setelah dilepas dari plat kaca



---

**III. 5. 2. Pengujian Produk****III. 5. 2. 1. Uji Pengembangan (ASTM D570-98)**

Menimbang dan mencatat berat



Merendam  $t = 4$  menit



Meniriskan



A



A



Menimbang berat akhir  
sampel ( $W_1$ )

Menghitung % pengembungan

$$\frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

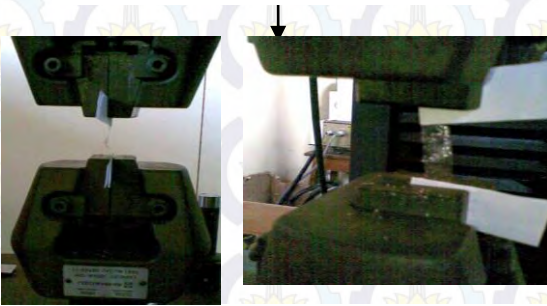




### III.5.2.2 Uji Mekanis



Memotong sampel sesuai standart  
ASTM D638-02a



Pengujian dengan menggunakan alat autograph



Menekan tombol “Up” pada alat autograph





Mencatat gaya dan pertambahan panjang

### III.5.2.3 Uji Biodegradasi

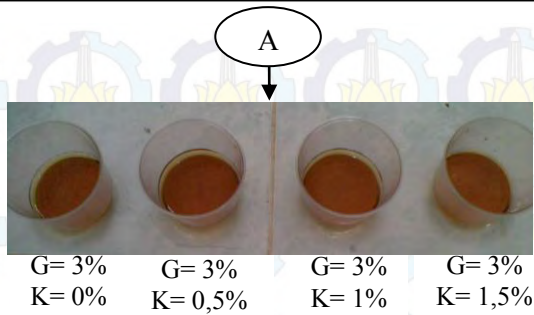


Memotong sampel



Menuang EM<sub>4</sub> 20mL ke dalam wadah





Meletakkan sampel ke dalam wadah  
berisi EM<sub>4</sub>

Mengamati dan mencatat waktu  
perubahan yang terjadi ketika sampel  
mulai terurai

Keterangan:

G = Gliserol

K = Kitosan



## BAB IV HASIL INOVASI DAN PEMBAHASAN

### IV.1 Hasil Inovasi

#### IV.1. 1 Transparansi Plastik Biodegradabel



40%



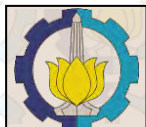
50%



60%



70%



80%

**Gambar IV.1.1**  
Variabel kontrol



(i)



(j)



(k)



(l)



(d)



(f)



(g)



(h)



(a)



(c)



(b)



(e)

**Gambar IV.1.2** Hasil biodegradabel plastik dari tepung porang

**\*Keterangan:**

- (a) Gliserol=3%, Kitosan=0%;
- (b) Gliserol=3%, Kitosan=0,5%;
- (c) Gliserol=3%, Kitosan=1%;
- (d) Gliserol=3%, Kitosan=0%;
- (e) Gliserol=7%, Kitosan=0%;
- (f) Gliserol=7%, Kitosan=0,5%;
- (g) Gliserol=7%, Kitosan=1%;
- (h) Gliserol=7%, Kitosan=1,5%;
- (i) Gliserol=10%, Kitosan=0%;
- (j) Gliserol=10%, Kitosan=0,5%;
- (k) Gliserol=10%, Kitosan=1%;
- (l) Gliserol=10%, Kitosan=1,5%;

**Tabel IV.1.1 Hasil Yield Glukomanan**

Sampel	Rendemen
Tepung porang	26%

**Tabel IV.1.2 Hasil Uji Ketahanan Air**

Variabel		W <sub>0</sub>	W <sub>1</sub>	% swelling
Gliserol (ml)	Khitosan (%)	(gram)	(gram)	
3	0	0,13	0,28	115,3846154
	0.5	0,07	0,15	114,2857143
	1	0,14	0,27	92,85714286
	1.5	0,12	0,17	41,66666667
7	0	0,1	0,22	120
	0.5	0,08	0,17	112,5



10	1	0,08	0,16	100
	1.5	0,11	0,17	54,54545455
	0	0,18	0,39	116,6666667
	0.5	0,09	0,19	111,1111111
10	1	0,14	0,29	107,1428571
	1.5	0,22	0,37	68,18181818

**Tabel IV.1.3 Hasil Uji Mekanik**







Variabel		Hasil Uji		
Gliserol (ml)	Khitosan (%)	% Elongation	Modulus Young (Pa)	Tensile strength (Pa)
3	0	32,5	4395604,4	1428571,4
	0.5	29,6	5067567,6	1500000
	1	25,2	7936507,9	2000000
	1.5	22,5	9523809,5	2142857,1
7	0	33,5	2665245,2	892857,1
	0.5	30,4	43859649	1333333,3
	1	26,8	6218905,5	1666666,6
	1.5	23,6	7704160,2	1818181,8
10	0	35,9	1989653,8	714285,7





	0.5	31,3	3651300,8	1142857,1
	1	28,4	5030181,1	1428571,4
	1.5	27,6	6211180,1	1714285,7

**Tabel IV.1.4 Hasil Uji Biodegradasi**

Awal	Ketika mulai terurai	Keterangan
		Penambahan Gliserol 3% dan khitosan 0%
		Penambahan Gliserol 3% dan khitosan 0,5%
		Penambahan Gliserol 3% dan kitosan 1%



---

## IV.2 Pembahasan

Sebelum masuk dalam tahap proses pembuatan plastik biodegradabel dari tepung porang, melakukan tahap persiapan yaitu menghitung kadar glukomanan yang akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik biodegradabel. Dari hasil analisa, kadar glukomanan tepung porang yang digunakan dalam pembuatan plastik biodegradabel adalah 26%. Setelah melewati tahap persiapan, masuk dalam tahap Proses Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Tepung Porang dengan Metode *Solution Casting*. Pertama melarutkan kitosan (dengan variasi kitosan) terlebih dahulu ke dalam larutan asam asetat 1% 50mL. Asam asetat berfungsi untuk melarutkan kitosan karena sifat kitosan yang hidrofobik (tidak suka air) menyebabkan kitosan sukar larut dalam air tetapi larut dalam pelarut asam organik di bawah pH 6, kelarutannya pun terbatas (Purwanti, 2010). Setelah kitosan larut dalam asam asetat, menambahkan 2,5 gram tepung porang yang telah ditambahkan air sampai 50mL. Menambahkan gliserol (dengan variasi gliserol). Setelah semua bahan tercampur, memanaskan hingga suhu 80°C disertai pengadukan. Proses pencetakan larutan bioplastik dilakukan dengan cara menuang larutan bioplastik diatas plat kaca yang kedua sisinya diberi selotip. Setelah itu, larutan bioplastik dibiarkan kering selama  $\pm 2$  hari dengan udara bebas. Melepas plastik dari plat kaca dan siap untuk dianalisa (Sanjaya et al, 2009).

### IV.2.1 Transparansi Plastik Biodegradabel

Pada Gambar IV.1.1 adalah variabel kontrol, dimana variabel kontrol ini dibuat dengan menggunakan aplikasi Ms. Word. Pada menu *Insert* kemudian pilih *Autoshape*, pilih *Rectangle*. Setelah itu untuk mengatur *Transparency*, klik kanan pada gambar *Rectangle* lalu klik *Format Autoshape*, lalu atur persen (40%, 50%, 60%, 70%, dan 80%) pada kolom *Transparency*. Gambar IV.1.2 merupakan gambar hasil



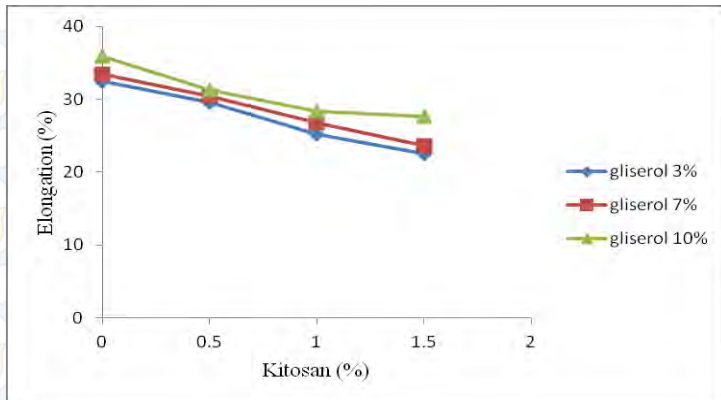
biodegradabel plastik dari tepung porang, dimana plastik yang telah dilepas dari plat kaca kemudian diberi logo ITS sebagai *background* gambar. Dengan membandingkan antara Gambar IV.1.1 dan Gambar IV.1.2, persen transparansi dari plastik biodegradabel sebagai berikut: plastik biodegradabel yang memiliki nilai transparansi sebesar 40% adalah gambar (i), (j), (k), dan (l); plastik biodegradabel yang memiliki nilai transparansi sebesar 50% gambar (d), (f), (g), dan (h); plastik biodegradabel yang memiliki nilai transparansi sebesar 60% adalah gambar (a) dan gambar (c); plastik biodegradabel yang memiliki nilai transparansi sebesar 70% adalah gambar (b); serta plastik biodegradabel yang memiliki nilai transparansi sebesar 80% adalah gambar (e). Dari hasil transparansi tersebut, plastik biodegradabel terbaik ialah plastik yang memiliki transparansi 80% dengan variabel gliserol 7% dan kitosan 0%.

#### IV.2.2 Sifat Mekanik Plastik Biodegradabel

Uji tarik dilakukan di Laboratorium Dasar Bersama Fakultas Farmasi Universitas Airlangga dengan menggunakan alat Autograph AG-10TE Shimadzu. Pengukuran dengan alat Autograph meliputi Stress (*Tensile Strenght*), *Elongation* dan *Modulus Young*.

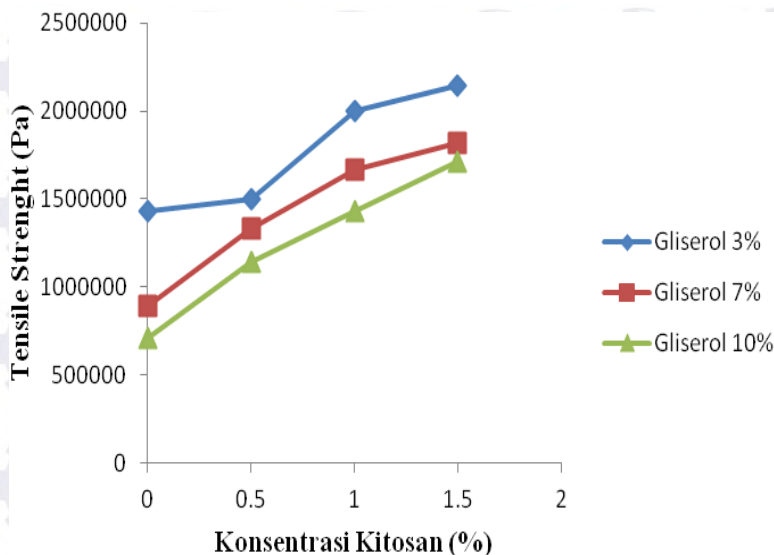
Pada percobaan ini, pengukuran uji tarik dilakukan terhadap variasi komposisi gliserol dan khitosan. Pada Tabel IV.1.4 merupakan tabel data sifat mekanik bioplastik yang meliputi *tensile strenght* ( $\sigma$ ), *modulus young* (E), dan % *elongation* terhadap variasi komposisi bioplastik. Hubungan antara konsentrasi khitosan dan gliserol dengan ketiga sifat mekanik dapat dilihat pada grafik IV.2.1





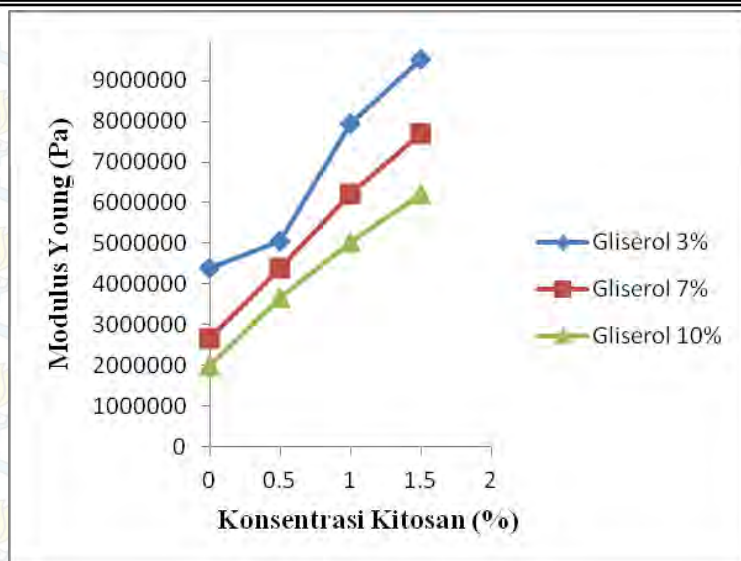
**Grafik IV.2.1** Pengaruh Prosentase Khitosan terhadap % *Elongation*

Dari grafik IV.2.1 dapat dilihat bahwa pemanjangan terbaik dengan penambahan gliserol 10% dan kitosan 0% yaitu sebesar 35,9%. Semakin besar komposisi gliserol, maka prosentase *elongation* juga semakin besar, yang berarti bahwa semakin banyak gliserol yang ditambahkan, maka sifat bioplastik akan semakin elastis. Sedangkan prosentase *elongation* berbanding terbalik terhadap konsentrasi khitosan. Dimana semakin besar konsentrasi khitosan, maka prosentase *elongation* semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh semakin menurunnya jarak ikatan intermolekulernya. (Salleh dalam Aris Rachman, 2009).



**Grafik IV.2.2** Pengaruh Prosentase Khitosan dan Gliserol Terhadap *Tensile Strenght*

Dari grafik IV.2.2 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi kitosan maka nilai kuat tariknya semakin besar. Namun berbanding terbalik dengan penambahan gliserol, semakin besar konsentrasi gliserol maka semakin kecil nilai tensile strenghtnya.



**Grafik IV.2.3** Pengaruh Prosentase Khitosan dan Gliserol Terhadap *Modulus Young*

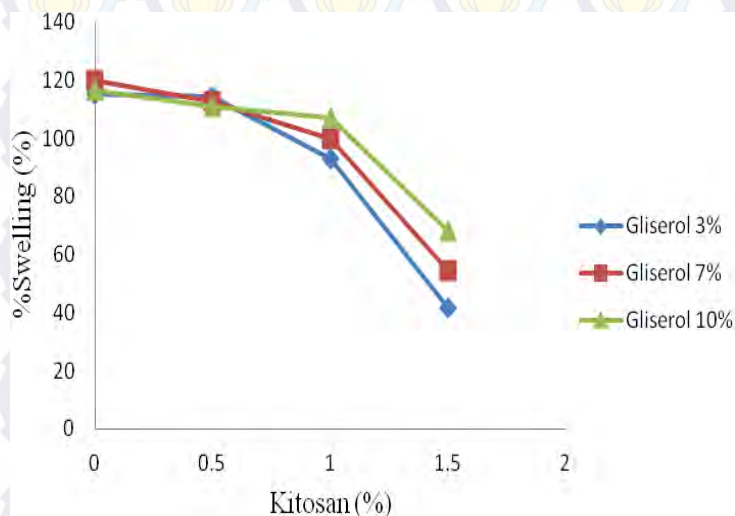
Dari Grafik IV.2.3 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi kitosan maka nilai *modulus young* semakin besar. Hal ini berbanding terbalik dengan adanya penambahan gliserol, dimana nilai *modulus young* semakin kecil dengan bertambahnya gliserol.

Dari ketiga grafik diatas dapat dilihat bahwa komposisi optimum terdapat pada konsentrasi gliserol 3% dan kitosan 1,5% dengan nilai tensile strength 2142857,1 Pa; nilai modulus young 9523809,5 Pa; dan %elongation 22,5%.



### IV.2.3 Uji Ketahanan Air (*Swelling*)

Sifat ketahanan plastik biodegradabel terhadap air dapat ditentukan dengan uji *swelling* yaitu prosentase pengembangan plastik biodegradabel oleh adanya air. Hubungan antara persen *swelling* dengan konsentrasi kitosan dan gliserol dapat dilihat pada grafik IV.2.4.



**Grafik IV.2.4** Pengaruh konsentrasi Kitosan dan gliserol terhadap % *swelling* (ketahanan terhadap air)

Dari grafik IV.2.4 dapat dilihat konsentrasi khitosan 1.5% dengan gliserol 3% memiliki *swelling* atau ketahanan terhadap air sebesar 41,67%. Dimana semakin kecil % *swelling* maka ketahanan terhadap air semakin bagus. Hal ini disebabkan karena sifat khitosan yang hidrofobik dan tidak larut dalam air.





---

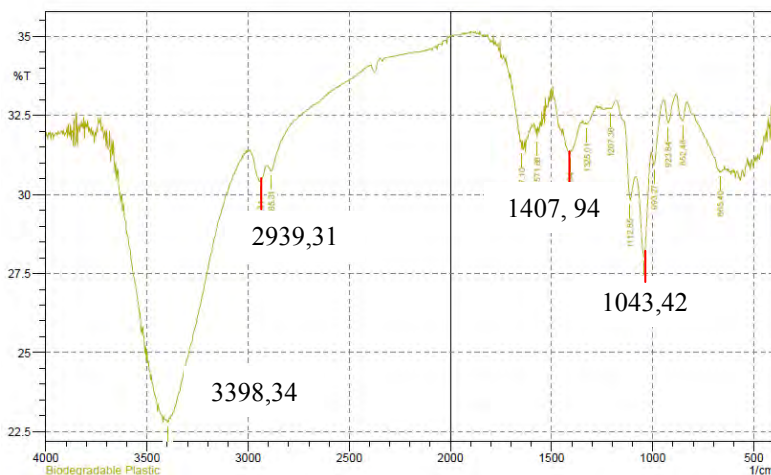
## IV.2.4 Uji Biodegradasi

Plastik Biodegradabel dari tepung porang dengan penambahan khitosan dan gliserol diuji sifat biodegradabelnya dengan menggunakan bakteri EM<sub>4</sub> (*Effektive Microorganism*). EM<sub>4</sub> adalah kultur campuran mikro yang terdiri dari Bakteri *Lactobacillus*, *Actinomyses*, *Streptomyses*, ragi jamur dan bakteri fotosentik yang bekerja saling menunjang dalam dekomposisi bahan organik.

Analisa biodegradasi bioplastik dilakukan melalui pengamatan secara visual dan mencatat waktu perubahan yang terjadi ketika sampel mulai terurai. Dari tabel IV.1.7 dapat dilihat bahwa plastik biodegradabel dengan variabel penambahan gliserol 3% dan khitosan 0% yang diuji dengan EM<sub>4</sub> mulai mengalami degradasi dalam waktu 4 hari yang ditunjukkan dengan adanya perubahan permukaan plastik yang sebagian terurai. Penambahan gliserol 3% dan khitosan 0,5% mulai mengalami degradasi dalam waktu 6 hari. Penambahan gliserol 3% dan kitosan 1% mulai mengalami degradasi dalam waktu 7 hari. Dari hasil inilah, plastik biodegradabel dari tepung porang dengan penambahan gliserol dan khitosan dapat dikatakan sebagai plastik yang ramah lingkungan.



### IV.2.5 Uji FTIR (Fourier Transform Infra Red)



**Gambar IV.2.1** Grafik nilai transmitansi pada sampel gliserol 3% dan kitosan 1,5%

Gugus fungsi dari plastik biodegradabel dari tepung porang dapat diketahui dengan uji FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Dapat dilihat pada Gambar IV.2.1 terdapat empat puncak (*peak*) dengan masing-masing panjang gelombang (*wave number*) yaitu 1043,42; 1407,94; 2939,31; dan 3398,34  $\text{cm}^{-1}$ . Dimana pada nilai gelombang 1043,42  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan C-O, ikatan C-O ini merupakan gugus fungsional alkohol. Pada nilai gelombang 1407,94  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan  $\text{CH}_2$  yang menunjukkan gugus fungsi alkena. Pada nilai gelombang 2939,31  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan C-H. Pada nilai gelombang 3398,34  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan O-H atau ikatan



hidrogen. Ikatan hidrogen ini berasal dari molekul air dan juga penambahan gliserol sebagai *plastisizer* (Pradipta, 2012). Dari struktur molekul di atas, dapat dikatakan bahwa produk merupakan polimer.



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

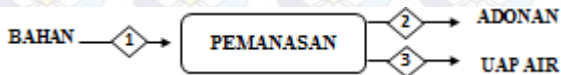


## BAB V NERACA MASSA

**V.1** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 3% Gliserol, 0% Khitosan

### Tahap Pemanasan

Fungsi : Membuat plastik biodegradabel

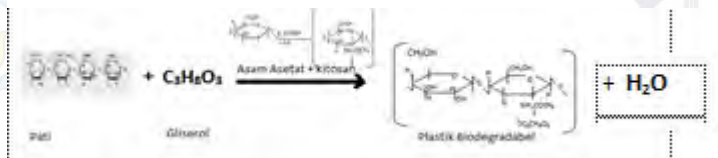
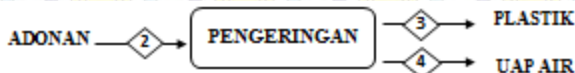


**Tabel V.1** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 3% Gliserol, 0% Khitosan

Masuk Komponen	Massa (gram)	Keluar Komponen	Massa (gram)
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Air	95,96	Air	93,96
		Aliran <3>	
		Air yang menguap	2,00
<b>Total</b>	<b>101,00</b>	<b>Total</b>	<b>101,00</b>

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik

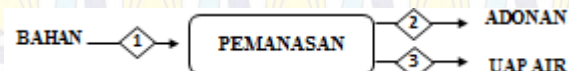




Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Air	93,96	Air	91,18
		Aliran <4>	
		Air yang tak terikat	2,78
Total	99,00	Total	99,00

**V.2 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 3% Gliserol, 0,5% Khitosan**

#### Tahap Pemanasan



**Tabel V.2** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 3% Gliserol, 0,5% Khitosan

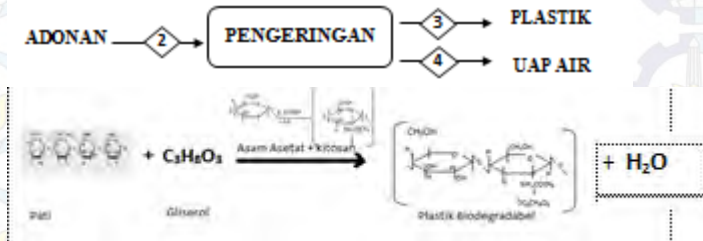
Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Khitosan	0,50	Khitosan	0,50
Air	39,51	Air	38,51



		Aliran <3>	
		Air yang menguap	1,00
<b>Total</b>	97,50	<b>Total</b>	97,50

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik

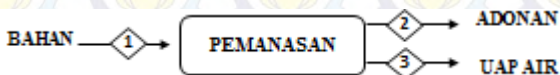


Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Khitosan	0,50	Khitosan	0,50
Air	38,51	Air	34,51
		Aliran <4>	
		Air yang menguap	4,00
Total	96,50	Total	96,50



### V.3 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 3% Gliserol, 0,5% Khitosan

#### Tahap Pemanasan

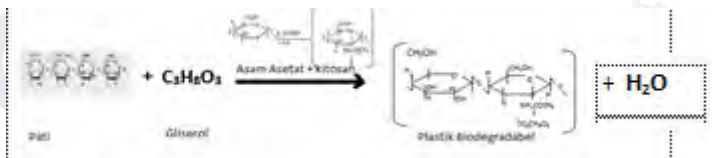
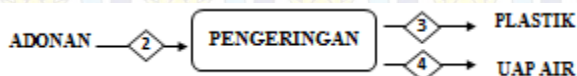


**Tabel V.3** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 3% Gliserol, 0,5% Khitosan

Masuk Komponen	Massa (gram)	Keluar Komponen	Massa (gram)
<b>Aliran &lt;1&gt;</b>		<b>Aliran &lt;2&gt;</b>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Khitosan	1,00	Khitosan	1,00
Air	45,01	Air	44,51
		<b>Aliran &lt;3&gt;</b>	
		Air yang menguap	0,50
<b>Total</b>	103,50	<b>Total</b>	103,50

#### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



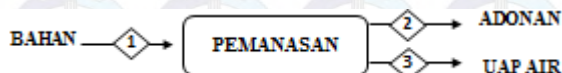




Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Khitosan	1,00	Khitosan	1,00
Air	44,51	Air	40,07
		Aliran <4>	
		Air yang menguap	4,44
Total	102,96	Total	102,96

#### V.4 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 3% Gliserol, 1,5% Khitosan

##### Tahap Pemanasan



**Tabel V.4** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 3% Gliserol, 1,5% Khitosan

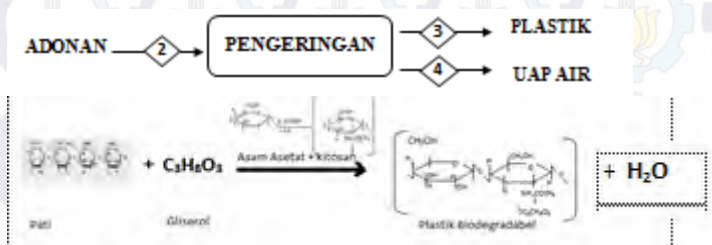
Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54



Khitosan	1,50	Khitosan	1,50
Air	41,01	Air	40,01
		<b>Aliran &lt;3&gt;</b>	
		Air yang menguap	1,00
<b>Total</b>	100,00	<b>Total</b>	100,00

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Khitosan	1,50	Khitosan	1,50
Air	40,01	Air	30,85
		Aliran <4>	
		Air yang menguap	9,16



<b>Total</b>	99,00	<b>Total</b>	99,00
--------------	-------	--------------	-------

### V.5 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 7% Gliserol, 0% Khitosan

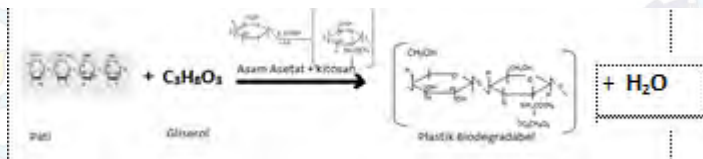
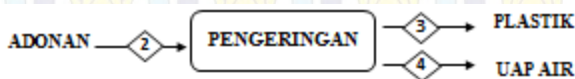
#### Tahap Pemanasan

**Tabel V.5** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 7% Gliserol, 0% Khitosan

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Air	96,57	Air	95,07
		Aliran <3>	
		Air yang menguap	1,50
Total	105,00	Total	105,00

#### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik

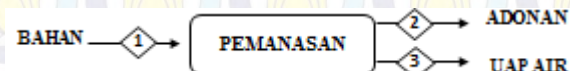




Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Air	95,07	Air	90,27
		Aliran <4>	
		Air yang menguap	4,80
Total	103,50	Total	103,50

**V.6** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 7% Gliserol, 0,5 % Khitosan

#### Tahap Pemanasan



**Tabel V.6** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 7% Gliserol, 0,5 % Khitosan

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	0,50	Khitosan	0,50
Air	39,62	Air	37,62

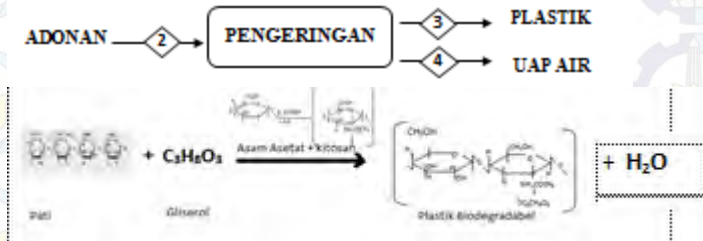




		Aliran <3>	
		Air yang menguap	2,00
<b>Total</b>	101,00	<b>Total</b>	101,00

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	0,50	Khitosan	0,50
Air	37,62	Air	34,70
		Aliran <4>	
		Air yang menguap	2,92
Total	99,00	Total	99,00



### V.7 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 7% Gliserol, 1% Khitosan

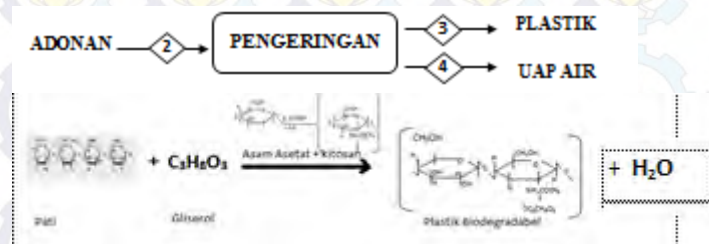
#### Tahap Pemanasan

**Tabel V.7** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 7% Gliserol, 1% Khitosan

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	1,00	Khitosan	1,00
Air	44,62	Air	43,62
		Aliran <3>	
		Air yang menguap	1,00
Total	106,50	Total	106,50

#### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik





Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	1,00	Khitosan	1,00
Air	43,62	Air	36,25
		Aliran <4>	
		Air yang menguap	7,37
Total	105,50	Total	105,50

### V.8 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 7% Gliserol, 1,5% Khitosan

#### Tahap Pemanasan

**Tabel V.8** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 7% Gliserol, 1,5% Khitosan

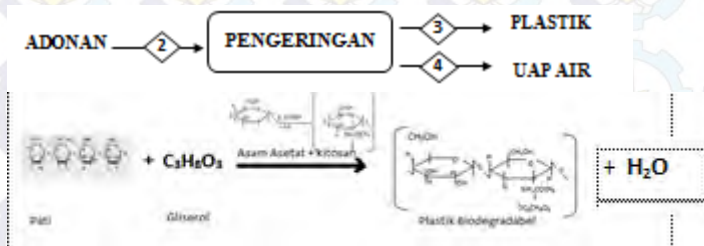
Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	1,50	Khitosan	1,50
Air	42,12	Air	39,92



		Aliran <3>	
		Air yang menguap	2,20
<b>Total</b>	104,50	<b>Total</b>	104,50

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	1,50	Khitosan	1,50
Air	39,92	Air	36,19
		Aliran <4>	
		Air yang menguap	3,73
Total	101,80	Total	101,80





### V.9 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 10% Gliserol, 0% Khitosan

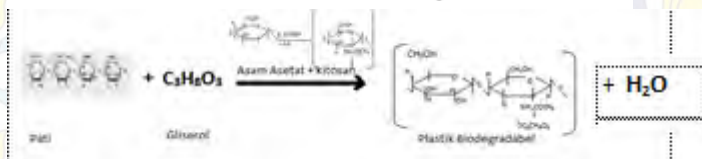
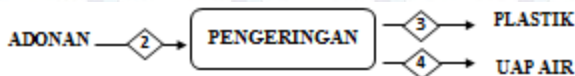
#### Tahap Pemanasan

**Tabel V.9** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 10% Gliserol, 0% Khitosan

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Gliserol	8,47	Gliserol	8,47
Air	95,53	Air	93,53
		Aliran <3>	
		Air yang menguap	2,00
Total	106,50	Total	106,50

#### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik

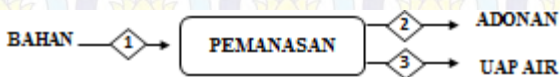


Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung	2,50	Tepung	2,50



Porang		Porang	
Gliserol	8,47	Gliserol	8,47
Air	93,53	Air	85,20
		<b>Aliran &lt;4&gt;</b>	
		Air yang menguap	8,33
<b>Total</b>	104,50	<b>Total</b>	104,50

### V.10 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 10% Gliserol, 0,5 % Khitosan Tahap Pemanasan



**Tabel V.10** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 10% Gliserol, 0,5 % Khitosan

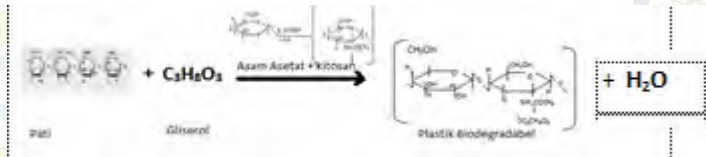
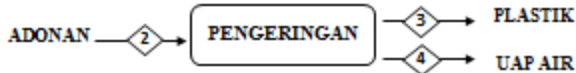
Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	8,47	Gliserol	8,47
Khitosan	0,50	Khitosan	0,50
Air	39,58	Air	37,58
		Aliran <3>	
		Air yang menguap	2,00



<b>Total</b>	103,50	<b>Total</b>	103,50
--------------	--------	--------------	--------

### Tahap Pengeringan

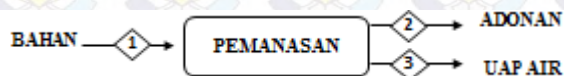
Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	0,50	Khitosan	0,50
Air	37,58	Air	32,58
		Aliran <4>	
		Air yang menguap	5,00
Total	101,50	Total	101,50

### V.11 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 10% Gliserol, 1% Khitosan

#### Tahap Pemanasan



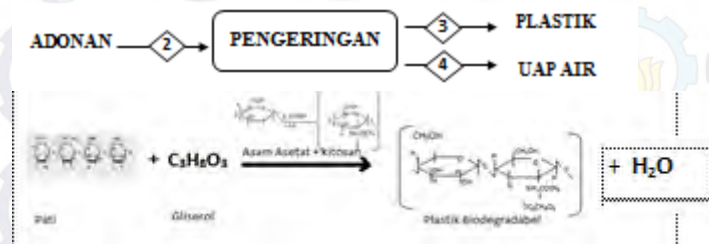


**Tabel V.11** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 10% Gliserol, 1% Khitosan

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	8,47	Gliserol	8,47
Khitosan	1,00	Khitosan	1,00
Air	45,08	Air	44,08
		Aliran <3>	
		Air yang menguap	1,00
Total	109,50	Total	109,50

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50

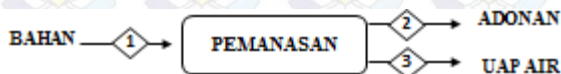




Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	8,47	Gliserol	8,47
Khitosan	1,00	Khitosan	1,00
Air	39,58	Air	37,58
		<b>Aliran &lt;4&gt;</b>	
		Air yang menguap	4,91
<b>Total</b>	<b>108,50</b>	<b>Total</b>	<b>108,50</b>

## V.12 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 10% Gliserol, 1,5% Khitosan

### Tahap Pemanasan



**Tabel V.12** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 10% Gliserol, 1,5% Khitosan

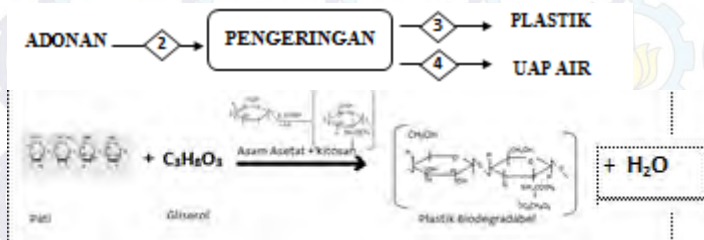
Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	8,47	Gliserol	8,47
Khitosan	1,50	Khitosan	1,50
Air	41,08	Air	39,58
		Aliran <3>	
		Air yang	1,50



		menguap	
<b>Total</b>	106,00	<b>Total</b>	106,00

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	1,50	Khitosan	1,50
Air	39,58	Air	30,42
		Aliran <4>	
		Air yang menguap	9,16
Total	104,50	Total	104,50



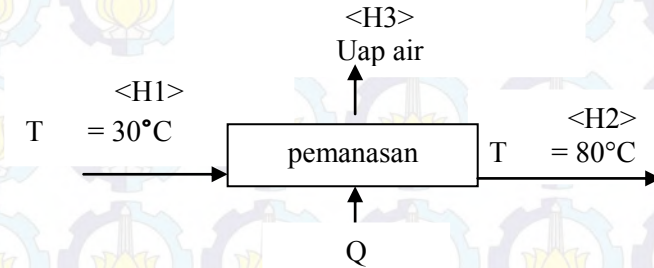
*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB VI NERACA PANAS

### VI.1 Neraca Panas Pemanasan Adonan Plastik

Fungsi : Mempercepat proses gelatinasi adonan plastik

\*Asumsi yang menguap adalah air



$T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$

Hv pada  $25^{\circ}\text{C} = 2547,3 \text{ Joule/gram}$

Hl pada  $25^{\circ}\text{C} = 104,8 \text{ Joule/gram}$

$\lambda = 581,315 \text{ joule/gram}$

$= 138,04 \text{ cal/gram}$

Cp Air

Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Cp (cal/gr $^{\circ}\text{C}$ )
30	0,9987
80	1,0029






---

**Variabel Gliserol 3% dan Kitosan 0%**


---

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	5	5,375
Gliserol	2,54	0,53	5	6,731
Asam asetat	-	-	5	-
Kitosan	-	-	5	-
Air	95,96	0,9987	5	479,17626
<H1>				491,28226

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	55	59,125
Gliserol	2,54	0,53	55	74,041
Asam asetat	-	-	55	-
Kitosan	-	-	55	-
Air	93,96	0,9987	55	5161,08186
<H2>				5294,247

$$\begin{aligned}
 <H3> &= (m \times \lambda) + (m \times C_{p_{\text{uap}}} \times \Delta T) \\
 &= (2 \times 138,04) + (800220) \\
 &= 800496,8167 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}
 Q + <H1> &= \{ <H2> + <H3> \} - <H1> \\
 Q &= \{ <H2> + <H3> \} - <H1> \\
 Q &= (5294,247 + 800496,8167) - 491,28226 \\
 Q &= 805229,7823 \text{ cal}
 \end{aligned}$$



---

**Variabel Gliserol 3% dan Kitosan 0,5%**

---

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	5	5,375
Gliserol	2,54	0,53	5	6,731
Asam asetat	52,45	0,57	5	149,4825
Kitosan	0,5	0,18	5	0,45
Air	39,51	0,9987	5	197,293
<H1>				359,331

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	55	59,125
Gliserol	2,54	0,53	55	74,041
Asam asetat	52,45	0,57	55	1644,3075
Kitosan	0,5	0,18	55	4,95
Air	38,51	0,9987	55	2124,192
<H2>				3906,615

$$\begin{aligned}\langle H3 \rangle &= (m \times \lambda) + (m \times C_{p_{\text{uap}}} \times \Delta T) \\ &= (1 \times 138,04) + (400110) \\ &= 400248,4083 \text{ cal}\end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}Q + \langle H1 \rangle &= \{ \langle H2 \rangle + \langle H3 \rangle \} - \langle H1 \rangle \\ Q &= \{ \langle H2 \rangle + \langle H3 \rangle \} - \langle H1 \rangle \\ Q &= (3906,615 + 400248,4083) - 359,331 \\ Q &= 403795,6925 \text{ cal}\end{aligned}$$




---

**Variabel Gliserol 3% dan Kitosan 1%**


---

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	5	5,375
Gliserol	2,54	0,53	5	6,731
Asam asetat	52,45	0,57	5	149,4825
Kitosan	1	0,18	5	0,9
Air	45,01	0,9987	5	224,757
<H1>				387,2459

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	55	59,125
Gliserol	2,54	0,53	55	74,041
Asam asetat	52,45	0,57	55	1644,3075
Kitosan	1	0,18	55	9,9
Air	44,51	0,9987	55	2455,149
<H2>				4242,522

$$\begin{aligned}
 <H3> &= (m \times \lambda) + (m \times C_{p_{\text{uap}}} \times \Delta T) \\
 &= (1 \times 138,04) + (200055) \\
 &= 2000124,204 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}
 Q + <H1> &= \{ <H2> + <H3> \} - <H1> \\
 Q &= \{ <H2> + <H3> \} - <H1> \\
 Q &= (4242,522 + 2000124,2042) - 387,2459 \\
 Q &= 203979,48 \text{ cal}
 \end{aligned}$$



## Variabel Gliserol 3% dan Kitosan 1,5%

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	5	5,375
Gliserol	2,54	0,53	5	6,731
Asam asetat	52,45	0,57	5	149,4825
Kitosan	1,5	0,18	5	1,35
Air	41,01	0,9987	5	204,7834
<H1>				367,7219

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	55	59,125
Gliserol	2,54	0,53	55	74,041
Asam asetat	52,45	0,57	55	1644,3075
Kitosan	1,5	0,18	55	14,85
Air	40,01	0,9987	55	2206,931
<H2>				3999,255

$$\begin{aligned}\langle H3 \rangle &= (m \times \lambda) + (m \times C_{p_{\text{uap}}} \times \Delta T) \\ &= (1 \times 138,04) + (400110) \\ &= 400248,408 \text{ cal}\end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}Q + \langle H1 \rangle &= \{ \langle H2 \rangle + \langle H3 \rangle \} - \langle H1 \rangle \\ Q &= \{ \langle H2 \rangle + \langle H3 \rangle \} - \langle H1 \rangle \\ Q &= (3999,255 + 400248,408) - 367,7219 \\ Q &= 403879,94 \text{ cal}\end{aligned}$$






---



---

**Variabel Gliserol 7% dan Kitosan 0%**

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	5	5,375
Gliserol	5,93	0,53	5	15,714
Asam asetat	0	0,57	5	0
Kitosan	0	0,18	5	0
Air	36,57	0,9987	5	182,6122
<H1>				203,701

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	55	59,125
Gliserol	5,93	0,53	55	1712,85
Asam asetat	0	0,57	55	0
Kitosan	0	0,18	55	0
Air	35,07	0,9987	55	1934,44
<H2>				2166,428

$$\begin{aligned}
 <H3> &= (m \times \lambda) + (m \times C_{p_{\text{uap}}} \times \Delta T) \\
 &= (1 \times 138,04) + (600165) \\
 &= 600372,6 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}
 Q + <H1> &= \{ <H2> + <H3> \} - <H1> \\
 Q &= \{ <H2> + <H3> \} - <H1> \\
 Q &= (2166,428 + 600372,6) - 203,701 \\
 Q &= 602335,33 \text{ cal}
 \end{aligned}$$



---

**Variabel Gliserol 7% dan Kitosan 0,5%**

---

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	5	5,375
Gliserol	5,93	0,53	5	15,714
Asam asetat	52,45	0,57	5	149,4825
Kitosan	0,5	0,18	5	0,45
Air	39,62	0,9987	5	197,84247
<H1>				368,86447

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	55	59,125
Gliserol	5,93	0,53	55	172,85
Asam asetat	52,45	0,57	55	1644,308
Kitosan	0,5	0,18	55	4,95
Air	37,62	0,9987	55	2075,1
<H2>				3956,342

$$\begin{aligned}\langle H3 \rangle &= (m \times \lambda) + (m \times C_{p_{\text{uap}}} \times \Delta T) \\ &= (1 \times 138,04) + (800220) \\ &= 800496,8 \text{ cal}\end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}Q + \langle H1 \rangle &= \{ \langle H2 \rangle + \langle H3 \rangle \} - \langle H1 \rangle \\ Q &= \{ \langle H2 \rangle + \langle H3 \rangle \} - \langle H1 \rangle \\ Q &= (3956,342 + 800496,8) - 368,86447 \\ Q &= 804084,29 \text{ cal}\end{aligned}$$




---



---

**Variabel Gliserol 7% dan Kitosan 1%**

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	5	5,375
Gliserol	5,93	0,53	5	15,714
Asam asetat	52,45	0,57	5	149,4825
Kitosan	1	0,18	5	0,9
Air	44,62	0,9987	5	222,80997
<H1>				394,281

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	55	59,125
Gliserol	5,93	0,53	55	172,85
Asam asetat	52,45	0,57	55	1644,308
Kitosan	0,5	0,18	55	9,9
Air	43,62	0,9987	55	2406,057
<H2>				4292,249

$$\begin{aligned}
 <H3> &= (m \times \lambda) + (m \times C_{p_{\text{uap}}} \times \Delta T) \\
 &= (1 \times 138,04) + (400110) \\
 &= 400248,4 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}
 Q + <H1> &= \{ <H2> + <H3> \} - <H1> \\
 Q &= \{ <H2> + <H3> \} - <H1> \\
 Q &= (4292,249 + 400248,4) - 394,281 \\
 Q &= 404146,3758 \text{ cal}
 \end{aligned}$$



---

**Variabel Gliserol 7% dan Kitosan 1,5%**

---

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	5	5,375
Gliserol	5,93	0,53	5	15,714
Asam asetat	52,45	0,57	5	149,4825
Kitosan	1,5	0,18	5	1,35
Air	42,12	0,9987	5	210,32622
<H1>				382,24822

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	55	59,125
Gliserol	5,93	0,53	55	172,85
Asam asetat	52,45	0,57	55	1644,308
Kitosan	1,5	0,18	55	14,85
Air	39,92	0,9987	55	2201,967
<H2>				4093,109

$$\begin{aligned}\langle H3 \rangle &= (m \times \lambda) + (m \times C_{p_{\text{uap}}} \times \Delta T) \\ &= (1 \times 138,04) + (880242) \\ &= 400248,4 \text{ cal}\end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}Q + \langle H1 \rangle &= \{ \langle H2 \rangle + \langle H3 \rangle \} - \langle H1 \rangle \\ Q &= \{ \langle H2 \rangle + \langle H3 \rangle \} - \langle H1 \rangle \\ Q &= (4093,109 + 400248) - 382,24822 \\ Q &= 884257,35 \text{ cal}\end{aligned}$$






---

**Variabel Gliserol 10% dan Kitosan 0%**


---

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	5	5,375
Gliserol	8,47	0,53	5	22,4455
Asam asetat	0	0,57	5	0
Kitosan	0	0,18	5	0
Air	95,53	0,9987	5	477,0291
<H1>				504,8496

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	55	59,125
Gliserol	8,47	0,53	55	246,9005
Asam asetat	0	0,57	55	0
Kitosan	0	0,18	55	0
Air	93,53	0,9987	55	5159,068
<H2>				5465,094

$$\begin{aligned}
 <H3> &= (m \times \lambda) + (m \times C_{p_{\text{uap}}} \times \Delta T) \\
 &= (1 \times 138,04) + (800220) \\
 &= 800496,8 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}
 Q + <H1> &= \{ <H2> + <H3> \} - <H1> \\
 Q &= \{ <H2> + <H3> \} - <H1> \\
 Q &= (5465,094 + 800496,8) - 504,8496 \\
 Q &= 805457,0606 \text{ cal}
 \end{aligned}$$



---

**Variabel Gliserol 10% dan Kitosan 0,5%**

---

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	5	5,375
Gliserol	8,47	0,53	5	22,4455
Asam asetat	52,45	0,57	5	149,4825
Kitosan	0,5	0,18	5	0,45
Air	39,58	0,9987	5	197,6427
<H1>				375,3957

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	55	59,125
Gliserol	8,47	0,53	55	246,9005
Asam asetat	52,45	0,57	55	1644,308
Kitosan	0,5	0,18	55	4,95
Air	37,58	0,9987	55	2072,894
<H2>				4028,177

$$\begin{aligned}\langle H3 \rangle &= (m \times \lambda) + (m \times C_{p_{\text{uap}}} \times \Delta T) \\ &= (1 \times 138,04) + (800220) \\ &= 800496,8 \text{ cal}\end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}Q + \langle H1 \rangle &= \{ \langle H2 \rangle + \langle H3 \rangle \} - \langle H1 \rangle \\ Q &= \{ \langle H2 \rangle + \langle H3 \rangle \} - \langle H1 \rangle \\ Q &= (5465,094 + 800496,8) - 375,3957 \\ Q &= 804149,5979 \text{ cal}\end{aligned}$$




---

**Variabel Gliserol 10% dan Kitosan 1%**


---

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	5	5,375
Gliserol	8,47	0,53	5	22,4455
Asam asetat	52,45	0,57	5	149,4825
Kitosan	1	0,18	5	0,9
Air	45,08	0,9987	5	225,107
<H1>				403,31

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	55	59,125
Gliserol	8,47	0,53	55	246,9005
Asam asetat	52,45	0,57	55	1644,308
Kitosan	1	0,18	55	9,9
Air	44,08	0,9987	55	2431,431
<H2>				4391,664

$$\begin{aligned}
 <H3> &= (m \times \lambda) + (m \times C_{p_{\text{uap}}} \times \Delta T) \\
 &= (1 \times 138,04) + (400110) \\
 &= 400248,4 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}
 Q + <H1> &= \{ <H2> + <H3> \} - <H1> \\
 Q &= \{ <H2> + <H3> \} - <H1> \\
 Q &= (4391,664 + 400248,4) - 403,31 \\
 Q &= 404236,7621 \text{ cal}
 \end{aligned}$$



---

**Variabel Gliserol 10% dan Kitosan 1,5%**

---

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	ΔT (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	5	5,375
Gliserol	8,47	0,53	5	22,4455
Asam asetat	52,45	0,57	5	149,4825
Kitosan	1,5	0,18	5	1,35
Air	41,08	0,9987	5	205,133
<H1>				383,786

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	ΔT (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	55	59,125
Gliserol	8,47	0,53	55	246,9005
Asam asetat	52,45	0,57	55	1644,308
Kitosan	1,5	0,18	55	14,85
Air	39,58	0,9987	55	2183,213
<H2>				4148,396

$$\begin{aligned}\langle H3 \rangle &= (m \times \lambda) + (m \times C_{p_{\text{uap}}} \times \Delta T) \\ &= (1 \times 138,04) + (600165) \\ &= 600372,6 \text{ cal}\end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}Q + \langle H1 \rangle &= \{ \langle H2 \rangle + \langle H3 \rangle \} - \langle H1 \rangle \\ Q &= \{ \langle H2 \rangle + \langle H3 \rangle \} - \langle H1 \rangle \\ Q &= (4148,396 + 600372,6) - 383,786 \\ Q &= 604137,2225 \text{ cal}\end{aligned}$$





*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB VII ESTIMASI BIAYA

Estimasi Biaya Total “Pembuatan Plastik Biodegradabel Dari Tepung Porang (*Ammorphophallus Muelleri* Bleume) Dengan Menggunakan Metode Solution Casting” dengan kapasitas produksi 72 lembar.

**Tabel VII. 1 Investasi Bahan Habis Pakai (*Variable Cost*)**

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (Rp.)	Total Biaya (Rp.)
A.	Bahan baku + pelengkap			
1.	Tepung Porang	180 gr	120.000/1000 g	21.600
2.	Khitosan	36 gr	1 juta/100 g	3.600.000
3.	Aquades	7164 gr	1.000/1000 mL	7.164
4.	Gliserol	182 gr	27.000/ 100mL	49.397
5.	Asam Asetat	37,37 gr	950.000 / 1000mL	35.875
B.	Utilitas			
6.	Air PDAM	800 L	2660/m <sup>3</sup>	2128
7.	Listrik	38v kWH	1.350 kWH	40500
C.	Lain-lain			
8.	Gaji karyawan	2	30.000/hari	60.000
<b>Sub-total</b>				<b>3.816.664</b>

**Tabel VII. 2 Investasi Alat (Fixed Cost) selama 1 tahun**

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (Rp.)	Total Biaya (Rp.)
1.	Beaker Glass	10 unit	85.000	850.000
2.	Gelas Ukur	10 unit	75.000	750.000
3.	Kaca	50 unit	17.500	875.000
5.	Timbangan kapasitas 1 gr	2 unit	600.000	1.200.000
6.	Stirer	2 unit	1.0.000	2.000.000
7.	Sewa rumah produksi	1 unit	10.000.000	10.000.000
Total				13.202.475

Total biaya produksi dalam 1 hari = Rp. 3.816.664,-

Biaya produksi perbulan = Rp. 3.816.664,- x 26

= Rp. 99.233.264,-

Biaya produksi pertahun = Rp. 99.233.264,- x 12

= Rp. 1.190.799.168,-

Total produksi plastik biodegradabel perhari adalah 72 lembar

Total produksi perbulan = 72 x 26

= 1872 lembar

Total biaya produksi

= Fixed Cost (FC) + Variabel Cost (VC)

= Rp. 13.202.475,- + 3.816.664,-

= Rp. 17.019.139,-

Harga pokok produksi =  $\frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Total produksi}}$

Harga pokok produksi =  $\frac{\text{Rp 17.019.139 ,-}}{1872 \text{ lembar}}$



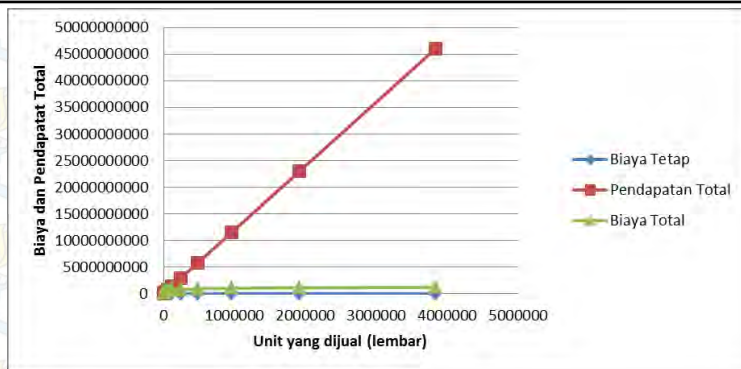
$$\begin{aligned} &= \text{Rp. 9.091,-} \\ \text{Harga jual} &= \text{Rp. 12.000,-} \\ \text{Keuntungan} &= \text{Rp. 12.000 - Rp. 9.091} \\ &= \text{Rp. 2.909,- / lembar} \\ &= \text{Rp. 2.909,-} \times 72 \\ &= \text{Rp. 5.445.648/ hari} \\ &= \text{Rp. 5.445.648,-} \times 26 \\ &= \text{Rp. 141.586.848,- / bulan} \\ \text{BEP unit} &= \text{FC/ keuntungan tiap bulan} \\ &= \text{Rp. 13.202.475, / - Rp. 5.445.648,-} \\ &= 2,4 \text{ bulan ( 2 bulan 24 hari )} \\ &= 2 \times 1872 + (72 \times 24) \\ &= 3744 + 1728 \\ &= 5472 \text{ lembar} \end{aligned}$$





Tabel VII.3 Tabel Hasil Perhitungan Biaya

Unit yang dijual (lembar)	Pendapatan Total	Biaya Tetap	Biaya Variabel	Biaya Total
1872	22464000	13202475	99233264	112435739
3744	44928000	13202475	198466528	211669003
7488	89856000	13202475	297699792	310902267
14976	179712000	13202475	396933056	410135531
29952	359424000	13202475	496166320	509368795
59904	718848000	13202475	595399584	608602059
119808	1437696000	13202475	694632848	707835323
239616	2875392000	13202475	793866112	807068587
479232	5750784000	13202475	893099376	906301851
958464	11501568000	13202475	992332640	1005535115
1916928	23003136000	13202475	1091565904	1104768379
3833856	46006272000	13202475	1190799168	1204001643



Grafik VII.1 Grafik BEP

Jadi dapat disimpulkan bahwa titik peluang pokok perusahaan diperoleh dari penjualan 5472 lembar lembar plastik. Apabila perusahaan telah mencapai angka penjualan tersebut diatas, maka dapat diartikan bahwa perusahaan tidak mengalami kerugian atau memperoleh keuntungan.



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB VIII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **VIII.1 KESIMPULAN**

1. Hasil pengujian kualitas produk berdasarkan transparansi plastik, produk terbaik memiliki transparansi sebesar 80% pada variasi kitosan 0% dan gliserol 7%.
2. Berdasarkan sifat mekanik, produk terbaik memiliki nilai tensile strenght sebesar 2142857,1 Pa; modulus young sebesar 9523809,5 Pa, dan nilai elongation sebesar 22,5% pada variasi kitosan 1,5% dan gliserol 3%.
3. Berdasarkan uji ketahanan air (swelling), produk terbaik memiliki %swelling sebesar 41,67% pada variasi kitosan 1,5% dan gliserol 3%.
4. Berdasarkan uji biodegradasi, produk dengan variasi kitosan 0,5% dan gliserol 3% mulai terdegradasi dalam waktu 6 hari.
5. Berdasarkan struktur molekulnya dengan uji FTIR, produk merupakan polimer.

#### **VIII.2 SARAN**

1. Perlu percobaan lebih lanjut mengenai pelarut yang dapat melarutkan tepung porang.
2. Dalam penggunaan bahan baku dari tepung porang, disarankan untuk menguji berapa besar kadar glukomanan yang terkandung di dalamnya.





*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah., (2011). Pemanfaatan Pati Umbi Garut Untuk Pembuatan Plastik Biodegradabel, Jurusan Teknik Kimia Universitas Indonesia, Depok.
- Bayu., (2008). Edible Film dan Khitosan dengan Plasticizer Gliserol, Jurusan Teknik Kimia Universitas Indonesia, Depok.
- Darni, Ismayati, (2008). Sintesa Bioplastik Dari Pati Pisang Dan Gelatin Dengan Plasticizer Gliserol, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Iswari., (2006). Kandungan Karbohidrat dan Klasifikasi, Jurusan Biologi, Universitas Padjajaran, Bandung.
- Mawarani, Lizda., (2012). Pembuatan dan Karakterisasi Polimer Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Glukomanan Umbi Porang, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS, Surabaya
- Mulyono, Edi., (2010). Peningkatan Mutu Tepung Iles-Iles (Amorphophallus Oncophillus) (Foodgrade: Glukomannan 80%) Sebagai Bahan Pengelastis MI (4% = Meningkatkan Elastisitas MI 50%) Dan Pengental (1% = 16.000 Cps) Melalui Teknologi Pencucian Bertingkat Dan Enzimatis Pada Kapasitas Produksi 250 Kg Umbi/Hari, Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor.
- Purwanti, Ani., (2010). Analisis Kuat dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol, Institut Sains & Teknologi AKPRIND, Yogyakarta.
- Puspita, Tyas., (2009). Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol Pada Karakteristik Plastik Biodegradabel Dari Pati Limbah Kulit Singkong, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS, Surabaya
- Setyaningsih., (2009). PEMBUATAN Chitosan Dari pKulit Udang Dan Aplikasinya Untuk Pengawetan Bakso, Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Semarang

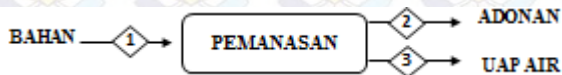
- Sumarwoto., (2007). Review: Kandungan Mannan pada Tanaman Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume.). *Bioteknologi* 4 (1), 28-32. <http://biosains.mipa.uns.ac.id/C/C0401/C040105.pdf> diakses pada tanggal 29 Januari 2014 pukul 12.15.
- Utami., (2010). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum, Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung.
- \_\_\_\_\_. Ayu (2011) "Kandungan Umbi Porang". <http://umbi.porang/54.html> diakses pada 03 Februari 2014; pukul 20.00.
- \_\_\_\_\_. Anonim, (2009) "Konjac Glukomanan Powder (Konjac Root Fiber)". <http://konjacfoods.com/product/1.htm> diakses pada 08 Februari 2014; pukul 07.45.
- \_\_\_\_\_. Anonim, (2010) "Umbi Porang dan Tepung Porang". <http://mahasiswateknikITB.com/porang/html> diakses pada 08 Februari 2014 ; pukul 09.34.
- \_\_\_\_\_. Anonim, (2007) "Plastik-biodegradable". <http://blogkuw.wordpress.com/2007/07/20.html> diakses pada 24 Mei 2014;pukul 20.18.

## APPENDIKS A NERACA MASSA

Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 3%  
Gliserol, 0% Khitosan

### Tahap Pemanasan

Fungsi : Membuat plastik biodegradabel



Aliran <1>

Tepung Porang

= 2,50 gram

Gliserol

= 2,54 gram

Air

= 95,96 gram

Aliran <2>

Tepung Porang

= 2,50 gram

Gliserol

= 2,54 gram

Air

= 93,96 gram

Aliran <3>

Air yang menguap

= 2,00

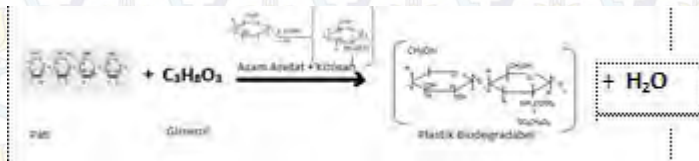
Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Air	95,96	Air	93,96
		Aliran <3>	



		Air yang menguap	2,00
<b>Total</b>	101,00	<b>Total</b>	101,00

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Aliran <2>

Tepung Porang

= 2,50 gram

Gliserol

= 2,54 gram

Air

= 93,96 gram

Aliran <3>

Tepung Porang

= 2,50 gram

Gliserol

= 2,54 gram

Air

= 91,18 gram

Aliran <4>

Air yang tak terikat

= 2,78 gram

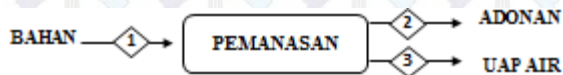
Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Air	93,96	Air	91,18
		Aliran <4>	

		Air yang tak terikat	2,78
<b>Total</b>	99,00	<b>Total</b>	99,00

Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 3%  
Gliserol, 0,5% Khitosan

### Tahap Pemanasan

Fungsi : Membuat plastik biodegradabel



Aliran <1>

Tepung Porang

= 2,5 gram

Asam Asetat

= 52,45 gram

Gliserol

= 2,54 gram

Khitosan

= 0,50 gram

Air

= 39,51 gram

Aliran <2>

Tepung Porang

= 2,5 gram

Asam Asetat

= 52,45 gram

Gliserol

= 2,54 gram

Khitosan

= 0,50 gram

Air

= 38,51 gram

Aliran <3>

Air yang menguap

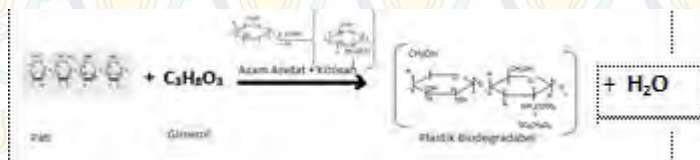
= 1,00

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	

Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Khitosan	0,50	Khitosan	0,50
Air	39,51	Air	38,51
		<b>Aliran &lt;3&gt;</b>	
		Air yang menguap	1,00
<b>Total</b>	<b>97,50</b>	<b>Total</b>	<b>97,50</b>

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



#### Aliran <2>

Tepung Porang = 2,5 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 2,54 gram  
 Khitosan = 0,50 gram  
 Air = 38,51 gram

#### Aliran <3>

Tepung Porang = 2,5 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 2,54 gram  
 Khitosan = 0,50 gram  
 Air = 34,51 gram

Aliran <4>

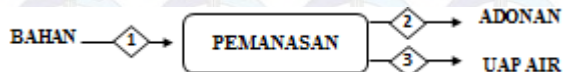
Air yang tak terikat = 4,00 gram

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Khitosan	0,50	Khitosan	0,50
Air	38,51	Air	34,51
		Aliran <4>	
		Air yang tak terikat	4,00
Total	96,50	Total	96,50

Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 3% Gliserol, 0,5% Khitosan

### Tahap Pemanasan

Fungsi : Membuat plastik biodegradabel



Aliran <1>

Tepung Porang = 2,5 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 2,54 gram  
 Khitosan = 1,00 gram  
 Air = 45,01 gram



Aliran <2>

Tepung Porang

= 2,5 gram

Asam Asetat

= 52,45 gram

Gliserol

= 2,54 gram

Khitosan

= 1,00 gram

Air

= 44,51 gram

Aliran <3>

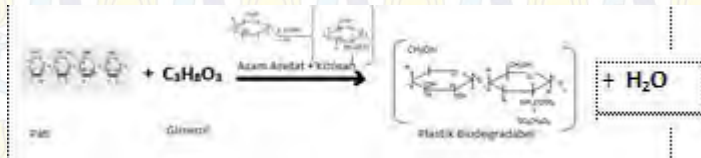
Air yang menguap

= 0,50 gram

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Khitosan	1,00	Khitosan	1,00
Air	45,01	Air	44,51
		Aliran <3>	
		Air yang menguap	0,50
Total	103,50	Total	103,50

## Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Aliran <2>

Tepung Porang

= 2,5 gram

Asam Asetat

= 52,45 gram

Gliserol

= 2,54 gram

Khitosan

= 1,00 gram

Air

= 44,51 gram

Aliran <3>

Tepung Porang

= 2,5 gram

Asam Asetat

= 52,45 gram

Gliserol

= 2,54 gram

Khitosan

= 1,00 gram

Air

= 40,07 gram

Aliran <4>

Air yang tak terikat

= 4,44 gram

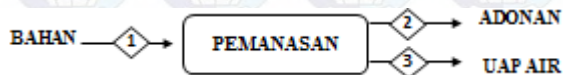
Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Khitosan	1,00	Khitosan	1,00

Air	44,51	Air	40,07
		<b>Aliran &lt;4&gt;</b>	
		Air yang tak terikat	4,44
<b>Total</b>	102,96	<b>Total</b>	102,96

Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 3% Gliserol, 1,5% Khitosan

### Tahap Pemanasan

Fungsi : Membuat plastik biodegradabel



Aliran <1>

Tepung Porang	= 2,5 gram
Asam Aetat	= 52,45 gram
Gliserol	= 2,54 gram
Khitosan	= 1,50 gram
Air	= 41,01 gram

Aliran <2>

Tepung Porang	= 2,5 gram
Asam Aetat	= 52,45 gram
Gliserol	= 2,54 gram
Khitosan	= 1,50 gram
Air	= 40,01 gram

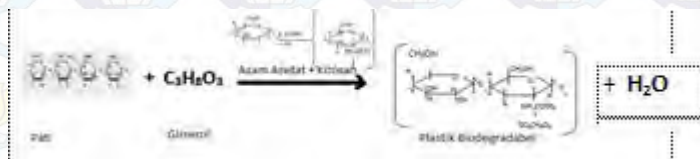
Aliran <3>

Air yang menguap	= 1,00 gram
------------------	-------------

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Khitosan	1,50	Khitosan	1,50
Air	41,01	Air	40,01
		Aliran <3>	
		Air yang menguap	1,00
Total	100,00	Total	100,00

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Aliran <2>

Tepung Porang

= 2,5 gram

Asam Asetat

= 52,45 gram

Gliserol

= 2,54 gram

Khitosan

= 1,50 gram

Air

= 40,01 gram

Aliran <3>



Tepung Porang	= 2,5 gram
Asam Asetat	= 52,45 gram
Gliserol	= 2,54 gram
Khitosan	= 1,50 gram
Air	= 30,85 gram

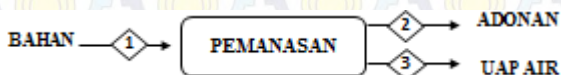
Aliran <4>  
Air yang tak terikat = 9,16 gram

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (gram)	Komponen Plastik	Massa (gram)
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	2,54	Gliserol	2,54
Khitosan	1,50	Khitosan	1,50
Air	40,01	Air	30,85
		Aliran <4>	
		Air yang tak terikat	9,16
<b>Total</b>	99,00	<b>Total</b>	99,00

## V.5 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 7% Gliserol, 0% Khitosan

### Tahap Pemanasan

Fungsi : Membuat plastik biodegradabel



Aliran <1>

Tepung Porang

Gliserol

Khitosan

Air

= 2,5 gram

= 5,93 gram

= 0,00 gram

= 96,57 gram

Aliran <2>

Tepung Porang

Gliserol

Khitosan

Air

= 2,5 gram

= 5,93 gram

= 1,50 gram

= 95,07 gram

Aliran <3>

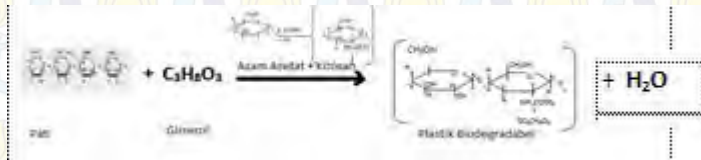
Air yang menguap

= 1,50 gram

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Air	96,57	Air	95,07
		Aliran <3>	
		Air yang menguap	1,50
Total	105,00	Total	105,00

## Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Aliran <2>

Tepung Porang

= 2,50 gram

Gliserol

= 5,93 gram

Air

= 95,07 gram

Aliran <3>

Tepung Porang

= 2,50 gram

Gliserol

= 5,93 gram

Air

= 90,27 gram

Aliran <4>

Air yang tak terikat

= 4,80 gram

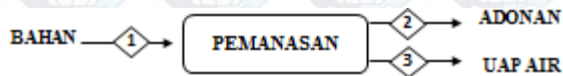
Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Air	95,07	Air	90,27
		Aliran <4>	
		Air yang tak terikat	4,80

<b>Total</b>	103,50	<b>Total</b>	103,50

## V.6 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 7% Gliserol, 0,5 % Khitosan

### Tahap Pemanasan

Fungsi : Membuat plastik biodegradabel



Aliran <1>

Tepung Porang

= 2,5 gram

Asam Asetat

= 52,45 gram

Gliserol

= 5,93 gram

Khitosan

= 0,50 gram

Air

= 41,01 gram

Aliran <2>

Tepung Porang

= 2,5 gram

Asam Asetat

= 52,45 gram

Gliserol

= 5,93 gram

Khitosan

= 0,50 gram

Air

= 40,01 gram

Aliran <3>

Air yang menguap

= 1,00 gram

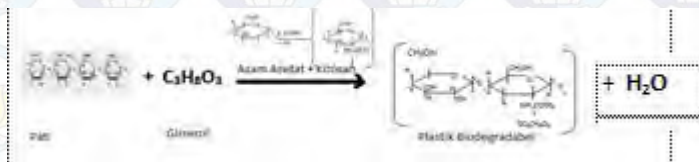
Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45



Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	0,50	Khitosan	0,50
Air	39,62	Air	37,62
		<b>Aliran &lt;3&gt;</b>	
		Air yang menguap	2,00
<b>Total</b>	101,00	<b>Total</b>	101,00

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



#### Aliran <2>

Tepung Porang = 2,50 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 5,93 gram  
 Khitosan = 0,50 gram  
 Air = 37,62 gram

#### Aliran <3>

Tepung Porang = 2,50 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 5,93 gram  
 Khitosan = 0,50 gram  
 Air = 34,70 gram

#### Aliran<4>

Air yang tak terikat = 2,92 gram

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	0,50	Khitosan	0,50
Air	37,62	Air	34,70
		Aliran <4>	
		Air yang tak terikat	2,92
Total	99,00	Total	99,00

### V.7 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 7% Gliserol, 1% Khitosan

#### Tahap Pemanasan

Fungsi : Membuat plastik biodegradabel

Aliran <1>

Tepung Porang	= 2,5 gram
Asam Asetat	= 52,45 gram
Gliserol	= 5,93 gram
Khitosan	= 1,00 gram
Air	= 44,62 gram

Aliran <2>

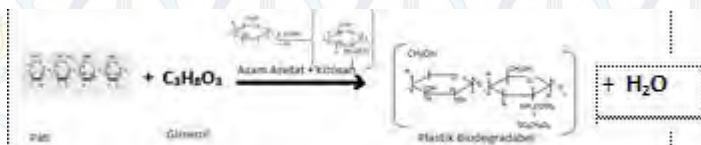
Tepung Porang	= 2,5 gram
Asam Asetat	= 52,45 gram

Gliserol = 5,93 gram  
 Khitosan = 1,00 gram  
 Air = 43,62 gram  
 Aliran <3>  
 Air yang menguap = 1,00 gram

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	1,00	Khitosan	1,00
Air	44,62	Air	43,62
		Aliran <3>	
		Air yang menguap	1,00
Total	106,50	Total	106,50

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Aliran <2>  
 Tepung Porang = 2,50 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram

Gliserol = 5,93 gram  
 Khitosan = 1,00 gram  
 Air = 43,62 gram

Aliran <3>  
 Tepung Porang = 2,50 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 5,93 gram  
 Khitosan = 1,00 gram  
 Air = 36,25 gram

Aliran<4>  
 Air yang tak terikat = 7,37 gram

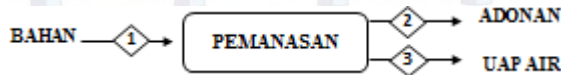
Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	1,00	Khitosan	1,00
Air	43,62	Air	36,25
		Aliran <4>	
		Air yang tak terikat	7,37
Total	105,50	Total	105,50



**V.8 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 7% Gliserol, 1,5% Khitosan**

**Tahap Pemanasan**

Fungsi : Membuat plastik biodegradabel



Aliran <1>

Tepung Porang = 2,5 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 5,93 gram  
 Khitosan = 1,50 gram  
 Air = 42,12 gram

Aliran <2>

Tepung Porang = 2,5 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 5,93 gram  
 Khitosan = 1,50 gram  
 Air = 39,92 gram

Aliran <3>

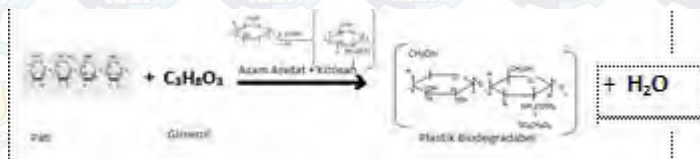
Air yang menguap = 2,20 gram

Masuk Komponen	Massa (gram)	Keluar Komponen	Massa (gram)
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	1,50	Khitosan	1,50
Air	42,12	Air	39,92

		Aliran <3>	
		Air yang menguap	2,20
<b>Total</b>	104,50	<b>Total</b>	104,50

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Aliran <2>

Tepung Porang

= 2,50 gram

Asam Asetat

= 52,45 gram

Gliserol

= 5,93 gram

Khitosan

= 1,50 gram

Air

= 39,92 gram

Aliran <3>

Tepung Porang

= 2,50 gram

Asam Asetat

= 52,45 gram

Gliserol

= 5,93 gram

Khitosan

= 1,50 gram

Air

= 26,19 gram

Aliran <4>

Air yang tak terikat

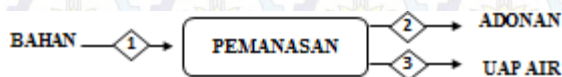
= 3,73 gram

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	1,50	Khitosan	1,50
Air	39,92	Air	36,19
		Aliran <4>	
		Air yang menguap	3,73
Total	101,80	Total	101,80

### V.9 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 10% Gliserol, 0% Khitosan

#### Tahap Pemanasan

Fungsi : Membuat plastik biodegradabel



Aliran <1>

Tepung Porang

= 2,5 gram

Gliserol

= 8,47 gram

Air

= 95,53 gram

Aliran <2>

Tepung Porang

= 2,5 gram

Gliserol

= 8,47 gram

Air

= 93,53 gram

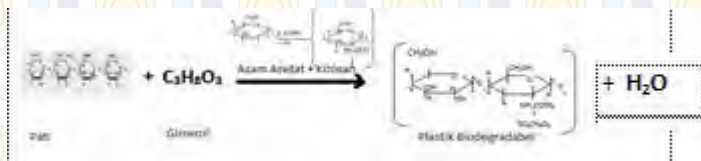
Aliran <3>

Air yang menguap = 1,00 gram

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Gliserol	8,47	Gliserol	8,47
Air	95,53	Air	93,53
		Aliran <3>	
		Air yang menguap	2,00
Total	106,50	Total	106,50

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Aliran <2>

Tepung Porang

= 2,50 gram

Gliserol

= 8,47,93 gram

Air

= 93,53 gram

Aliran <3>

Tepung Porang

= 2,50 gram

Gliserol

= 5,93 gram

Air

= 85,20 gram



Aliran<4>

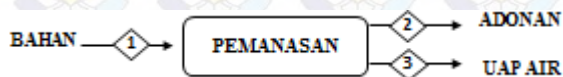
Air yang tak terikat = 8,33 gram

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Gliserol	8,47	Gliserol	8,47
Air	93,53	Air	85,20
		Aliran <4>	
		Air yang menguap	8,33
Total	104,50	Total	104,50

## V.10 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 10% Gliserol, 0,5 % Khitosan

### Tahap Pemanasan

Fungsi : Membuat plastik biodegradabel



Aliran <1>

Tepung Porang = 2,5 gram

Asam Asetat = 52,45 gram

Gliserol = 8,47 gram

Khitosan = 0,50 gram

Air = 39,58 gram

Aliran <2>

Tepung Porang = 2,5 gram

Asam Asetat  
Gliserol  
Khitosan  
Air

= 52,45 gram  
= 8,47 gram  
= 0,50 gram  
= 37,58 gram

Aliran <3>

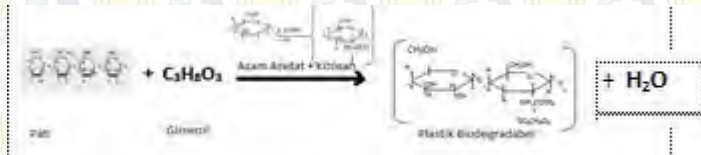
Air yang menguap

= 2,00 gram

Masuk Komponen	Massa (gram)	Keluar Komponen	Massa (gram)
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	8,47	Gliserol	8,47
Khitosan	0,50	Khitosan	0,50
Air	39,58	Air	37,58
		Aliran <3>	
		Air yang menguap	2,00
<b>Total</b>	103,50	<b>Total</b>	103,50

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Aliran <2>

Tepung Porang

= 2,50 gram

Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 8,47 gram  
 Khitosan = 0,50 gram  
 Air = 37,58 gram

Aliran <3>  
 Tepung Porang = 2,50 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 8,47 gram  
 Khitosan = 0,50 gram  
 Air = 32,58 gram

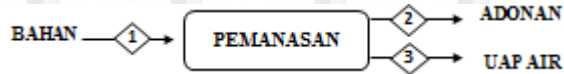
Aliran<4>  
 Air yang tak terikat = 5,00 gram

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	8,47	Gliserol	8,47
Khitosan	0,50	Khitosan	0,50
Air	37,58	Air	32,58
		Aliran <4>	
		Air yang tak terikat	5,00
Total	101,50	Total	101,50

## V.11 Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 10% Gliserol, 1% Khitosan

### Tahap Pemanasan

Fungsi : Membuat plastik biodegradabel



Aliran <1>

Tepung Porang = 2,5 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 8,47 gram  
 Khitosan = 1,00 gram  
 Air = 45,08 gram

Aliran <2>

Tepung Porang = 2,5 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 8,47 gram  
 Khitosan = 1,00 gram  
 Air = 44,08 gram

Aliran <3>

Air yang menguap = 1,00 gram

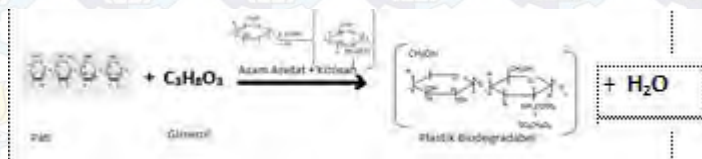
Masuk Komponen	Massa (gram)	Keluar Komponen	Massa (gram)
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	8,47	Gliserol	8,47
Khitosan	1,00	Khitosan	1,00
Air	45,08	Air	44,08



		Aliran <3>	
		Air yang menguap	1,00
<b>Total</b>	109,50	<b>Total</b>	109,50

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Aliran <2>

Tepung Porang

= 2,50 gram

Asam Asetat

= 52,45 gram

Gliserol

= 8,47 gram

Khitosan

= 1,00 gram

Air

= 39,58 gram

Aliran <3>

Tepung Porang

= 2,50 gram

Asam Asetat

= 52,45 gram

Gliserol

= 8,47 gram

Khitosan

= 1,00 gram

Air

= 37,58 gram

Aliran <4>

Air yang tak terikat

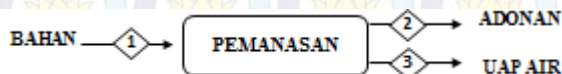
= 4,91 gram

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	8,47	Gliserol	8,47
Khitosan	1,00	Khitosan	1,00
Air	39,58	Air	37,58
		Aliran <4>	
		Air yang tak terikat	4,91
Total	108,50	Total	108,50

**V.12** Neraca Massa pada proses pembuatan plastik variabel 10% Gliserol, 1,5% Khitosan

#### Tahap Pemanasan

Fungsi : Membuat plastik biodegradabel



Aliran <1>

Tepung Porang

= 2,5 gram

Asam Asetat

= 52,45 gram

Gliserol

= 8,47 gram

Khitosan

= 1,50 gram

Air

= 41,08 gram

Aliran <2>

Tepung Porang

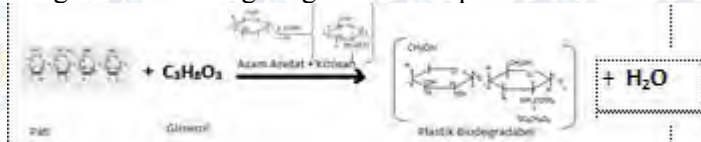
= 2,5 gram

Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 8,45 gram  
 Khitosan = 1,50 gram  
 Air = 39,58 gram  
 Aliran <3>  
 Air yang menguap = 1,50 gram

Masuk Komponen	Massa (gram)	Keluar Komponen	Massa (gram)
Aliran <1>		Aliran <2>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	8,47	Gliserol	8,47
Khitosan	1,50	Khitosan	1,50
Air	41,08	Air	39,58
		Aliran <3>	
		Air yang menguap	1,50
<b>Total</b>	106,00	<b>Total</b>	106,00

### Tahap Pengeringan

Fungsi : Untuk mengeringkan adonan plastik



Aliran <2>  
 Tepung Porang = 2,50 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 8,47 gram

Khitosan = 1,50 gram  
 Air = 39,58 gram

Aliran <3>  
 Tepung Porang = 2,50 gram  
 Asam Asetat = 52,45 gram  
 Gliserol = 8,47 gram  
 Khitosan = 1,50 gram  
 Air = 30,42 gram

Aliran<4>  
 Air yang tak terikat = 9,16 gram

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Komponen		Komponen Plastik	
Aliran <2>		Aliran <3>	
Tepung Porang	2,50	Tepung Porang	2,50
Asam Asetat	52,45	Asam Asetat	52,45
Gliserol	5,93	Gliserol	5,93
Khitosan	1,50	Khitosan	1,50
Air	39,58	Air	30,42
		Aliran <4>	
		Air yang tak terikat	9,16
Total	104,50	Total	104,50

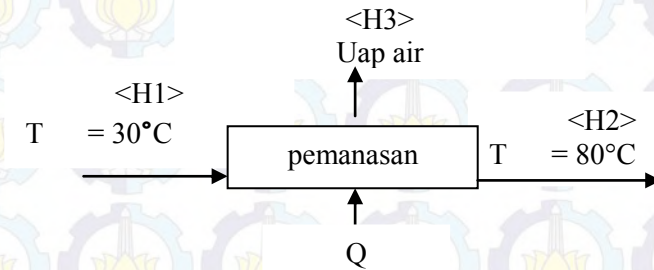


## APPENDIKS B NERACA PANAS

### B.2 Neraca Panas Pemanasan Adonan Plastik

Fungsi : Mempercepat proses gelatinasi adonan plastik

\*Asumsi yang menguap adalah air,



$T_{ref} = 25^{\circ}C$

Hv pada  $25^{\circ}C = 2547,3$  Joule/gram

Hl pada  $25^{\circ}C = 104,8$  Joule/gram

$\lambda = 581,315$  joule/gram

$= 138,04$  cal/gram

Cp Air

Suhu ( $^{\circ}C$ )	Cp (cal/gr $^{\circ}C$ )
30	0,9987
80	1,0029

Variabel Gliserol 3% dan Kitosan 0%

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	5	5,375
Gliserol	2,54	0,53	5	6,731
Asam asetat	-	-	5	-
Kitosan	-	-	5	-
Air	95,96	0,9987	5	479,17626
<H1>				491,28226

Komponen	Massa (gram)	Cp (cal/gr°C)	$\Delta T$ (°C)	H (cal)
Pati	2,5	0,43	55	59,125
Gliserol	2,54	0,53	55	74,041
Asam asetat	-	-	55	-
Kitosan	-	-	55	-
Air	93,96	0,9987	55	5161,08186
<H2>				5294,247

$$\begin{aligned}
 <H3> &= (m \times \lambda) + (m \times C_p \text{ uap} \times \Delta T) \\
 &= (2 \times 138,04) + (800220) \\
 &= 800496,8167 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}
 Q + <H1> &= \{<H2> + <H3>\} - <H1> \\
 Q &= \{<H2> + <H3>\} - <H1> \\
 Q &= (5294,247 + 800496,8167) - 491,28226 \\
 Q &= 805229,7823 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

## APPENDIKS C

## 1. Perhitungan larutan

- a. Asam asetat 1% dalam 1000ml

$$= \frac{1}{100} \times 1000 = 10\text{mL}$$

Jadi 10mL asam asetat ditambahkan 990mL aquades untuk mendapatkan asam asetat 1% dalam 1000mL.

- b. Kitosan 0,5% (w/v) (volume total larutan)

$$= \frac{0,5}{100} \times 100 = 0,5 \text{ g}$$

Jadi 0,5 gram kitosan ditambahkan ke dalam pembuatan plastik biodegradabel. Perhitungan yang sama juga dilakukan terhadap variasi kitosan 1% dan 1,5%.

- c. Gliserol 3% (v/v) (volume larutan)

$$= \frac{3}{100} \times 100 = 3\text{mL}$$

Jadi 3mL gliserol ditambahkan ke dalam pembuatan plastik biodegradabel. Perhitungan yang sama dilakukan juga terhadap variasi gliserol 7% dan 10%.

## 2. Rendemen glukomanan tepung porang

$$\text{Rendemen glukomanan} = \frac{\text{berat glukomanan kering}}{\text{Berat tepung porang}} \times 100\%$$

$$= \frac{1,6}{6} \times 100\%$$

$$= 26\%$$

---

### 3. Perhitungan Uji Mekanik

Contoh variasi gliserol 3% dan kitosan 0%.

F (gaya) = 0,5N

$\Delta L$  (pemanjangan) = 19,5mm

$L_0$  (panjang mula-mula) = 60mm

Tebal plastik = 0,05mm

Lebar (l) = 7 mm

#### a. Tensile strenght ( $\sigma$ )

Tensile strenght atau kuat tarik adalah tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum putus.

$$\begin{aligned}\sigma &= F/A \\ &= \frac{0,5 \text{ N}}{(7 \times 10^{-3}) (0,05 \times 10^{-3}) \text{ m}} \\ &= 1428571,4 \text{ N/m}^2 \text{ (Pa)}\end{aligned}$$

#### b. Elongation ( $\epsilon$ )

Elongation atau persentase pemanjangan adalah representasi kuantitatif kemampuan film untuk merengang.

$$\begin{aligned}&= \frac{\Delta L}{L_0} \\ &= \frac{19,5 \text{ mm}}{60 \text{ mm}} \\ &= 0,325\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ elongation} &= \text{Elongation} \times 100\% \\ &= 0,325 \times 100\% \\ &= 32,5\%\end{aligned}$$



c. *Modullus young* (E)

Modullus young (Elastisitas) adalah kemampuan suatu benda untuk dapat kembali ke bentuk semula setelah ditarik.

$$= \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$= \frac{1428571,4}{0,325}$$

$$= 4395604,4 \text{ Pa}$$

Perhitungan yang sama dilakukan pada variasi gliserol dan kitosan yang lain.

Keterangan :

A : Luas area yang didapatkan dari lebar (l) dikalikan dengan tebal plastik

F : Gaya

AL : Persentase Pemanjangan

L<sub>0</sub> : Panjang mula-mula

l : Lebar

ε : Perpanjangan (Elongation)

σ : Kekuatan Tarik (Tensile Strenght)


E : Elatisitas (Modullus Young)

Tabel 1. Perbandingan hasil plastik biodegradabel dengan metode "*solution casting*" dengan literature/jurnal yang telah ada.

Parameter	Plastik A	Plastik B	Plastik C
Tensile strenght	2,14 Mpa	0,8 Mpa	341,3 Mpa
Elongation	22,5%	5,19%	1,27%
Modullus Young	9,5 Mpa	15,4 Mpa	43,2 MPa
Uji Biodegradasi	7 hari	9 hari	10 hari
%swelling	41,67%	61,6%	66%
Uji FTIR	Penambahan plasticizer menyebabkan penurunan transmitansi gugus O-H	Penambahan plasticizer menyebabkan penurunan transmitansi gugus O-H	

Keterangan :

Plastik A : Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Tepung Porang (*Amorphopallus Muelleri Bleume*) dengan Metode *Solution Casting*.



Plastik B : Pembuatan dan Karakterisasi Polimer Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Glukomanan Umbi Porang.

Plastik C : Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Kulit Singkong.

---

## APPENDIKS C

### 1. Perhitungan larutan

a. Asam asetat 1 % dalam 1000ml  
$$= \frac{1}{100} \times 1000 = 10\text{mL}$$

Jadi 10mL asam asetat ditambahkan 990mL aquades untuk mendapatkan asam asetat 1% dalam 1000mL.

b. Kitosan 0,5% (w/v) (volume total larutan)  
$$= \frac{0,5}{100} \times 100 = 0,5 \text{ g}$$

Jadi 0,5 gram kitosan ditambahkan ke dalam pembuatan plastik biodegradabel. Perhitungan yang sama juga dilakukan terhadap variasi kitosan 1% dan 1,5%.

c. Gliserol 3% (v/v) (volume larutan)  
$$= \frac{3}{100} \times 100 = 3\text{mL}$$

Jadi 3mL gliserol ditambahkan ke dalam pembuatan plastik biodegradabel. Perhitungan yang sama dilakukan juga terhadap variasi gliserol 7% dan 10%.

### 2. Rendemen glukomanan tepung porang

$$\begin{aligned}\text{Rendemen glukomanan} &= \frac{\text{berat glukomanan kering}}{\text{Berat tepung porang}} \times 100\% \\ &= \frac{1,6}{6} \times 100\% \\ &= 26\%\end{aligned}$$



### 3. Perhitungan Uji Mekanik

Contoh variasi gliserol 3% dan kitosan 0%.

F (gaya) = 0,5N

$\Delta L$  (pemanjangan) = 19,5mm

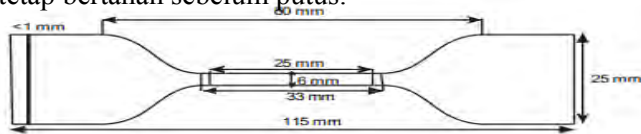
$L_0$  (panjang mula-mula) = 60mm

Tebal plastik = 0,05mm

Lebar (l) = 7 mm

#### a. Tensile strenght ( $\sigma$ )

Tensile strenght atau kuat tarik adalah tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum putus.



$$\begin{aligned}\sigma &= F/A \\ &= \frac{0,5 \text{ N}}{(7 \times 10^{-3}) (0,05 \times 10^{-3}) \text{ m}} \\ &= 1428571,4 \text{ N/m}^2 (\text{Pa})\end{aligned}$$

#### b. Elongation ( $\epsilon$ )

Elongation atau persentase pemanjangan adalah representasi kuantitatif kemampuan film untuk merengang.

$$\begin{aligned}&= \frac{\Delta L}{L_0} \\ &= \frac{19,5 \text{ mm}}{60 \text{ mm}} \\ &= 0,325\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ elongation} &= \text{Elongation} \times 100\% \\ &= 0,325 \times 100\% \\ &= 32,5\%\end{aligned}$$

c. *Modullus young* (E)

Modullus young (Elastisitas) adalah kemampuan suatu benda untuk dapat kembali ke bentuk semula setelah ditarik.

$$\begin{aligned} &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\ &= \frac{1428571,4}{0,325} \\ &= 4395604,4 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan pada variasi gliserol dan kitosan yang lain.

Keterangan :

- A : Luas area yang didapatkan dari lebar (l) dikalikan dengan tebal plastik  
F : Gaya  
AL : Persentase Pemanjangan  
L<sub>0</sub> : Panjang mula-mula  
l : Lebar  
ε : Perpanjangan (Elongation)  
σ : Kekuatan Tarik (Tensile Strenght)  
E : Elatisitas (Modullus Young)

## RIWAYAT PENULIS



Dwi Ayu Primaningrum, penulis dilahirkan di Purwokerto pada tanggal 13 April 1993 yang merupakan anak ke dua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu lulus dari TK Pertiwi Menganti pada tahun 1999, lulus dari SDN 2 Menganti pada tahun 2005, lulus dari SMPN 1 Rawalo pada tahun 2008 dan lulus dari SMAN 2 Purwokerto pada tahun 2011. Setelah lulus SMA penulis diterima di Program Studi

Diploma III Teknik Kimia FTI-ITS dengan Nomor Registrasi 2311 030 071. Selama kuliah penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Diploma III Teknik Kimia FTI – ITS, sebagai anggota Staff Bidang PSDM (2013 - 2014), serta beberapa pelatihan dan seminar yang diadakan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PG.NGADIREJO, KEDIRI

Email: ningrumpoPON@yahoo.co.id

## RIWAYAT PENULIS



Dessy Rosita Sari, penulis dilahirkan di Nganjuk pada tanggal 28 Juni 1993 yang merupakan anak ke dua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu lulus dari TK Asiyah II pada tahun 1999, lulus dari SDN Ganung Kidul 1 pada tahun 2005, lulus dari SMPN 1 Nganjuk pada tahun 2008 dan lulus dari SMAN 1 Nganjuk pada tahun 2011. Setelah lulus SMA penulis diterima di Program Studi Diploma III Teknik Kimia FTI-ITS dengan Nomor Registrasi 2311 030 087. Selama kuliah penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Diploma III Teknik Kimia FTI – ITS, sebagai anggota Staff Bidang AKESMA (2013 - 2014), serta beberapa pelatihan dan seminar yang diadakan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PG.NGADIREJO, KEDIRI

Email: [rositasarid@gmail.com](mailto:rositasarid@gmail.com)